N° D'ORDRE : 13

THESE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3e CYCLE
SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Jean-Bernard SIRI
licencié ès-Sciences

THÈSE

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE QUINGEY (Doubs)

Soutenue le 20 Juin 1964 devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THEOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

N° D'ORDRE : 13

THESE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BESANÇON

POUR OBTENIR

LE DIPLOME DE DOCTEUR DE 3e CYCLE
SPÉCIALITÉ GÉOLOGIE CARTOGRAPHIQUE ET GÉOTECHNIQUE

PAR

Jean-Bernard SIRI
licencié ès-Sciences

THÈSE

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION DE QUINGEY (Doubs)

Soutenue le 20 Juin 1964 devant la Commission d'Examen

JURY : MM. **DREYFUSS,** Professeur — Président
THEOBALD, Professeur — Examinateurs
THIEBAUT, Professeur — Examinateurs

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

UNIVERSITE DE BESANCON

FACULTE DES SCIENCES

(à la date du 1er juin 1964)

Doyen Honoraire : M. GLANGEAUD

Professeurs Honoraires : MM. BAILLAUD, JULLIEN, TRILLAT, THIRY, UEBERSFELD, VINCENSINI.

Maitre de Conférences Honoraire : M. GRANIER

DOYEN	: M.	JACQUEMAIN	: Chimie Appliquée
ASSESSEUR	: M.	MESNAGE	: Chronométrie
PROFESSEURS	: MM.	TRONCHET	: Botanique
		CHATELET	: Mathématique
		PERROT	: Chimie Générale
		DREYFUSS	: Géologie-Minéralogie
		THEOBALD	: Paléontologie et géologie stratigraphique
		CROISOT	: Méthodes mathématiques de la Physique
		DELHAYE	: Astronomie
		QUANTIN	: Botanique
		CHALEAT	: Mécanique Appliquée
		RIPPLINGER	: Physiologie Animale
		NAHON	: Mécanique Générale
		BERNARD	: Chimie-Physique
		RIGAL	: Calcul Numérique
	Mme	ROZIS	: Physique
	MM.	THIEBAUT	: Géologie-Minéralogie
		VIENOT	: Physique Générale

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM.	DEVIN	: Chimie Générale
	POTIER	: Physique des Solides
	GOMOT	: Zoologie
	MOTCHANE	: Electronique

MAITRES DE CONFERENCES :

MM.	VALLEE	: Mathématiques Appliquées
	REAL	: Zoologie
	GOUARNE	: Mathématiques
Mlle	LEGRAND	: Botanique
MM.	THEOBALD J.	: Physique P.C.B. - S.P.C.N.
	REMOND	: Chargé d'Enseignement de la Maitrise de Conférences de Chronométrie

CONSEILLER ADMINISTRATIF UNIVERSITAIRE : M. LAMBERT.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547626_0035

Sur la bordure externe du Jura, au Sud-Ouest de Besançon, la région de Quingey voit le faisceau bisontin s'infléchir brutalement vers le Sud.

L'étude de surface des complications tectoniques de cette zone de torsion constitue l'essentiel de ce travail, travail dont l'élaboration n'aurait pu se faire sans les conseils et le concours de :

Monsieur le Professeur M. DREYFUSS, Directeur du Centre de 3e Cycle de Géologie cartographique et géotechnique, instigateur de cette étude ;

Monsieur le Professeur N. THEOBALD, Monsieur le Professeur J. THIEBAUT,

Monsieur M. ROLLET,

Madame A. ROLLET, Monsieur J. BLAISON, qui ont bien voulu se charger de la détermination des fossiles,

Monsieur J. BULLE,

Mademoiselle CHARNAY, Messieurs BONNEMIN, PASTEUR, PEGUENET qui ont contribué, pour la plus grande part, à l'élaboration matérielle de ce volume.

Que la Direction de l'Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs et en particulier Monsieur J. GUILLEMOT, Directeur du Centre d'Etudes supérieures de prospection géologique et géophysique, grâce à qui j'ai pu mener cette étude à son terme, veuillent bien trouver ici l'expression de ma gratitude.

I N T R O D U C T I O N

-----oOo-----

Entre la Bresse et la Plaine suisse, le Jura franc-comtois montre des zones violemment plissées : les faisceaux, et des plateaux à tectonique calme.

La zone centrale du Jura est essentiellement une zone de plateaux : plateaux de Montrond, d'Ornans, de Levier, de Lons-le-Saunier, de Champagnole.

Deux bandes étroites plissées et faillées viennent cependant séparer ces plateaux les uns des autres, rompre leur calme tectonique et morphologique ; ce sont le faisceau salinois et la chaine de l'Euthe.

Les bordures du Jura sont par contre toujours constituées de plis, de faisceaux, témoins d'actions tectoniques violentes :

- faisceau helvétique : le plus important, à l'Est ;
- faisceaux lédonien et bisontin, au Sud et à l'Ouest ;
- anticlinaux du Lomont et de Clerval au Nord.

Dans la région de Besançon, sur la bordure externe du Jura franc-comtois, le faisceau bisontin interrompt brutalement la monotonie des plateaux de Montrond et d'Ornans, dressant au-dessus de cette zone calme des plis accusés et complexes.

A une vingtaine de kilomètres au Sud-Ouest de la ville de Besançon, dans la région de Quingey, le faisceau s'infléchit brutalement vers le Sud. Dans cette zone de torsion, les complications tectoniques atteignent leur paroxysme, les couches se redressent, se renversent, les plis deviennent chevauchants, des lambeaux de décollement, des champs de failles apparaissent...

C'est l'étude détaillée de la tectonique de cette région de Quingey qui constitue la base de cette monographie géologique. Mais pour être réalisée, cette étude tectonique nécessitait,au préalable, la reconnaissance précise de la série stratigraphique.

Limites de la zone cartographiée

A L'OUEST : voie ferrée Besançon-Mouchard

AU NORD : limites Nord des feuilles de Quingey n° 1-2 et 3-4 au 1/25.000e.

A L'EST :

- Route Chalet d'Arguel - Les Granges du Sapin - Ferme de Buillon.
- Ligne joignant sur la carte, les points de coordonnées Lambert :

  A x = 875,750 y = 240,875 B x = 875,875 y = 240,425

- Chemin de la rive droite de la Loue depuis B jusqu'au confluent de la Loue et du Lison.
- Rive droite du Lison.

AU SUD :

- Limites Sud des feuilles de Quingey n° 1-2 et 3-4 au 1/25000e.
- Départementale 15 E : Lombard - Brères
- Départementale 17
- Route Lombard - Fourg.

La zone cartographiée couvre donc la moitié Est de la feuille de Quingey n° 1-2 au 1/25.000e et la moitié Ouest de la feuille de Quingey n° 3_4 au 1/25.000e.

PREMIERE PARTIE

S T R A T I G R A P H I E

------oOo------

Dans la région de Quingey la série stratigraphique est assez réduite, du Trias supérieur au Kimméridgien inférieur, elle ne totalise guère que 740 mètres. Des formations superficielles masquent parfois ses éléments.

Sa reconnaissance détaillée a été facilitée par divers facteurs :

- Sondages E.D.F., réalisés dans le cadre des études concernant le projet de chute de Vorges-les-Pins.
- Creusement d'une tranchée profonde de 2 m, et traversant la région de Quingey du Nord au Sud, lors de la mise en place du pipe-line Sud-européen.
- Existence de bonnes coupes le long des voies de communication et sur les flancs de reliefs.

Mais l'utilisation de ces coupes stratigraphiques détaillées pour l'étude tectonique, s'est heurtée parfois à des variations de faciès importantes.

I - DEPOTS SECONDAIRES : TRIAS et JURASSIQUE

A - TRIAS SUPERIEUR ou KEUPER ou MARNES IRRISEES

La stratigraphie du Keuper supérieur et du sommet du Keuper moyen a pu être reconnue avec précision grâce à des sondages effectués pour le compte de l'E.D.F., dans le cadre des études concernant le projet de chute de Vorges-les-Pins, au N-E de ce village.

1°) Keuper moyen : t 8

Puissance reconnue : 23,80 m
Méthode de reconnaissance utilisée : sondages E.D.F.: IP 242 et X 248

La partie supérieure de ce Keuper moyen comprend, de bas en haut, les niveaux suivants :

- gypse foncé..... 1,90 m
- marnes noires micacées..... 9,90 m
- marnes bariolées..... 3,40 m
  Echantillon : H 19
- "Dolomie moëllon"..... 8,60 m
  Echantillons : H 12 - H 13 - H 14 - H 15 - H 16 - J 16 - Z 6.

La "Dolomie moëllon", encore appelée "Dolomie de 10 m", se subdivise elle-même en :

. marnes dolomitiques, à la base..... 1,40 m
. marnes tantôt compactes, tantôt poreuses..... 6,70 m
. marnes dolomitiques cloisonnées, au sommet... 0,50 m

Le sondage X 248 a rencontré la "Dolomie moëllon" en position sub-horizontale de 3,60 m à 11,60 m de profondeur,

Le sondage IP 242 a traversé le Keuper moyen de 27,00 m à 50,00 m. Il a permis d'en établir la stratigraphie :

- 50,00 m à 48,10 m : gypse foncé (plaque mince)
- 48,10 m à 42,40 m : marnes noires micacées sub-horizontales
- 42,40 m à 35,63 m : marnes bariolées
- 35,63 m à 34,23 m : marnes dolomitiques, sub-horizontales
- 34,23 m à 27,50 m : dolomies tantôt compactes, tantôt poreuses
- 27,50 m à 27,00 m : marnes dolomitiques cloisonnées (pendage inférieur à 10°)

Venaient ensuite les éléments du Keuper supérieur.

La limite inférieure du Keuper moyen n'a pas été atteinte par les sondages, elle n'apparait pas non plus à l'affleurement.

Affleurements : Différents éléments de ce Keuper moyen sont visibles dans le ruisseau de l'ancien moulin Caillet (x = 872,0 ; y = 245,1), en particulier les marnes bariolées et la "Dolomie moëllon".

Plus au Sud, cette dolomie forme un ressaut assez visible dans le paysage et elle affleure :

- à l'Ouest de l'ancienne voie romaine, dans une doline (x = 871,6 ; y = 244,4).
- au Sud de l'église de Vorges-les-Pins, à l'emplacement du point coté 351, dans la tranchée du chemin qui, de l'église du village conduit au lieu-dit "Rôte en Vent" (x = 872,2 ; y = 245,5).

2°) Keuper supérieur : t 9

Puissance : 43,75 m

Méthode de reconnaissance utilisée : sondages E.D.F.: X 248 , IP 242 et G 237.

Il comprend, de bas en haut :

- argiles rouges et bariolées, gypsifères et dolomitiques..... 20,30 m
- dolomie caverneuse, dite "Dolomie de 2 m"..... 2,40 m
  Echantillon K 13
- passée d'argile verte..... 0,05 m
- grès roux dolomitique..... 2,50 m
- marnes vertes, bariolées et "lie de vin"..... 18,50 m

Les argiles rouges et bariolées, gypsifères et dolomitiques, de la base, se composent elles-mêmes des différents niveaux suivants :

. argiles bariolées..... 1,50 m
. argiles rouges..... 4,00 m
. argiles bariolées avec gypse en rognons irréguliers..... 5,00 m
. argiles bariolées..... 2,50 m
. gypse..... 2,00 m
. argiles rouges avec dolomie et gypse 5,30 m

Le sondage X 248 a traversé 3,60 m d'argiles rouges, au-dessus des marnes dolomitiques du sommet de la "Dolomie moëllon".

Le sondage IP 242 a fourni la coupe suivante :

- 35,63 m à 27,00 m : "Dolomie moëllon"
- 27,00 m à 25,70 m : argiles bariolées
- 25,70 m à 21,50 m : argiles rouges
- 21,50 m à 16,80 m : argiles bariolées avec gypse en rognons irréguliers
- 16,80 m à 14,00 m : argiles bariolées
- 14,00 m à 12,00 m : gypse
- 12,00 m à 11,70 m : argiles bariolées
- 11,70 m à 6,40 m : argiles rouges avec dolomie et gypse
- 6,40 m à 4,00 m : dolomie caverneuse
- passée d'argile verte
- 4,00 m à 2,00 m : grès roux dolomitique, sub-horizontal
- 2,00 m à 0 m : terre végétale.

Le sondage G 237 a permis de reconnaître les marnes vertes, bariolées et "lie de vin" du sommet du Keuper supérieur :

- 35,30 m à 35,25 m : argile verte
- 35,25 m à 32,15 m : grès roux dolomitique, jaunâtre, avec une passée de dolomie blanchâtre de 32,20 m à 32,30 m. Pendage 30°.
- 32,15 m à 28,96 m : marnes vertes avec quelques passées "lie de vin
- 28,96 m à 27,80 m : marnes "lie de vin".
- 27,80 m à 26,02 m : marnes bariolées, vertes et rouges, pendage 25°.
- 26,02 m à 24,76 m : marnes rouges
- 24,76 m à 22,05 m : marnes vertes (pendage 25°)
- 22,05 m à 19,50 m : marnes bariolées (pendage 30°)
- 19,50 m à 19,05 m : marnes "lie de vin"
- 19,05 m à 18,20 m : marnes vertes
- 18,20 m à 14,31 m : marnes bariolées compactes (pendage 10°)
- 14,31 m à 11,10 m : marnes vertes (pendage 20°).

Venaient ensuite les formations du Rhétien et de l'Hettangien.

Le sondage G 237 a donc atteint vers 32 m un grès roux dolomitique de 2,50 m d'épaisseur, compte-tenu du pendage, qui semble bien correspondre à la formation identique rencontrée vers 2 m de profondeur par le sondage IP 242, la passée d'argile verte sous-jacente existant dans les deux cas.

Limite inférieure : pétrographiquement et morphologiquement, elle est bien définie : à la dolomie du Keuper moyen font suite les argiles rouges et bariolées du Keuper supérieur.

Généralement soulignée par la morphologie (la "Dolomie moëllon donne un ressaut dans le paysage), cette limite est souvent bien visible en photographies aériennes.

Affleurements : les affleurements du Keuper supérieur sont limités aux régions de Vorges-les-Pins et d'Abbans-dessus.

A l'Est et au Sud du village de Vorges, le Keuper supérieur affleure largemment, mais les différentes couches qu'il comprend ne peuvent guère être différenciées.

Il en est de même pour les affleurements situés au NE du village d'Abbans-dessus, au lieu-dit "Champs Parottes".

Keuper supérieur et sommet du Keuper moyen atteignent donc une puissance voisine de 68 m. Ils se montrent essentiellement argileux, confèrent aux sols qui se sont formés à leur niveau une couleur à dominante rouge caractéristique, et donnent dans le paysage une région déprimée, occupée par des cultures et des pâturages. Seul un niveau assez résistant, la "Dolomie moëllon", soulignée par des buissons et des arbustes, coupe d'un ressaut notable les pentes douces que confèrent à la morphologie les horizons tendres et imperméables du Keuper.

B - JURASSIQUE INFERIEUR

Sa stratigraphie a été reconnue grâce aux sondages E.D.F. : FP 235 et G 237 et grâce à des tranchées creusées lors de l'établissement de réseaux de distribution d'eau, à Abbans-dessus et à Byans-sur-Doubs.

1°) Rhétien et Hettangien : 1 2-1

Puissance : 24 m

Ces deux étages n'ont pas été différenciés l'un de l'autre.

Leurs différents éléments ont été reconnus grâce aux sondages FP 235 et G 237, qui ont permis d'établir la succession suivante, de bas en haut :

- argiles noires schisteuses..... 0,80 m
- grès argileux'..... 1,50 m
- argiles noires schisteuses avec quelques passées gréseuses et dolomitiques..... 3,50 m
- argiles noires avec passées gréseuses, à stratifications entrecroisées..... 5,00 m
- schistes noirs..... 5,50 m
- marnes dolomitiques compactes..... 1,70 m
- alternances d'argiles schisteuses et de grès à stratifications entrecroisées... 2,80 m
- argiles schisteuses..... 0,70 m
- dolomie foncée, poreuse..... 1,00 m
- marnes dolomitiques..... 0,50 m
- argiles et marnes schisteuses..... 1,45 m
- calcaires sableux..... 0,35 m

Le sondage G 237 a rencontré au-dessus des marnes vertes, bariolées et "lie de vin" du Keuper supérieur, les éléments suivants, de bas en haut :

- 11,10 m à 10,10 m : argiles noires, schisteuses (un pendage de 30° avait pu être mesuré dans ce sondage vers 21 m de profondeur).
- 10,10 m à 8,30 m : grès argileux
- 8,30 m à 4,50 m : argiles avec passées schisteuses, gréseuses et dolomitiques
- 4,50 m à 0 m : formations superficielles.

Le sondage FP 235 était implanté au niveau de la barre sinémurienne, il a atteint le Keuper supérieur à 39,50 m de profondeur, après avoir traversé entièrement l'ensemble Rhétien-Hettangien :

Trias : 44,76 m à 43,50 m : marnes bariolées
43,50 m à 39,50 m : marnes vertes

Jurassique :

- 39,50 m à 33,60 m : argiles noires, schisteuses avec quelques passées gréseuses ou dolomitiques (pendage 40°).
- 33,60 m à 27,70 m : argiles noires avec passées gréseuses à stratifications entrecroisées
- 27,70 m à 21,20 m : schistes noirs (pendage 30°)
- 21,20 m à 19,20 m : marnes dolomitiques compactes
- 19,20 m à 16,00 m : alternances d'argiles schisteuses et de grès à stratifications entrecroisées , (pendage 30°)
- 16,00 m à 15,20 m : argiles schisteuses
- 15,20 m à 14,00 m : dolomie foncée, assez poreuse
- 14,00 m à 13,50 m : marnes dolomitiques
- 13,50 m à 12,02 m : argiles et marnes schisteuses (pendage 30°)
- 12,02 m à 11,54 m : calcaires sableux

Venaient ensuite les calcaires à Gryphées du Sinémurien.

Limite inférieure : elle est marquée par une variation brutale de teinte : aux marnes vertes du sommet du Keuper succèdent les argiles noires de la base du Jurassique. Particulièrement nette dans les sondages, cette limite est rarement observable sur le terrain, où une végétation uniforme recouvre ces formations pétrographiquement voisines. Une différence de teinte des sols, rouges au contact du Trias, noirs au-dessus du Rhétien et de l'Hettangien, permet malgré tout de situer approximativement cette limite inférieure du Jurassique.

Affleurements : Des éléments du Rhétien et de l'Hettangien sont visibles dans différents ruisseaux, affluents de celui de l'ancien Moulin Caillet (en particulier les niveaux gréseux , échantillon Z 5) et au Nord d'Abbans-dessus, au lieu-dit "La Vaivre.

Là encore les niveaux tendres prédominent et la dépression triasique se poursuit avec les niveaux argileux et schisteux de cette partie inférieure du Jurassique.

2°) Sinémurien : 1 3
puissance : 15 m

Sa stratigraphie a été reconnue, en partie, grâce au au sondage FP 235 qui a traversé les assises calcaires de la base. La partie supérieure marneuse, n'a pas fait l'objet de coupes détaillées.

Le Sinémurien, sensu lato, comprend :

- à la base, 10 m de calcaires gris bleu à noirâtres, très riches en Gryphea arcuata LAMARCK
- au sommet, un ensemble marneux et calcaréo-marneux d'une épaisseur voisine de 5 m, ensemble terminé par un banc de "Calcaire ocreux" d'environ 0,50 m d'épaisseur.
  Cet ensemble marneux est parfois séparé du Sinémurien calcaire et différencié en un étage : le Lotharingien.

Les calcaires de la base sont très durs, ils sont disposés en bancs de 20 à 40 cm, séparés par de minces lits de marnes. Les bancs supérieurs sont souvent plus épais et présentent des surfaces très irrégulières.

La cassure fraîche du "Calcaire à Gryphées" exhâle une odeur caractéristique de pierre à feu.

Ce calcaire est souvent cristallin.

Le sondage FP 235 l'a rencontré de 0,30 m à 11,54 m de profondeur, le pendage étant voisin de 30°.

Fossiles (déterminations J. BLAISON)

. Gryphea arcuata LAMARCK, très abondantes
Echantillon Z 25.

- Lima gigantea SOWERBY, assez fréquentes
  Echantillons D 60 - S 24 - 87
- Arietites bisculcatus (BRUG.) = multicostatus SOW.
  Echantillon S 2.
- Microderoceras birchii SOW.
  Echantillon S 28
- Arnioceras hartmanni OPPEL.
  Echantillon 90
- Ammonite du groupe des Arnioceras semicostatum
  Echantillon K 34
- Montivoltia species
  Echantillon S 23 - 88
- Echioceras raricostatum ZIETEN.
  Lotharingien supérieur
  Echantillon D 50
- Belemnites, Pholadomyes, Pectens...

Limite inférieure : elle est assez imprécise, le sommet de l'Hettangien étant représenté par des calcaires grèseux sensiblement identiques à ceux de la base du Sinémurien. Malgré cela cette limite peut être fixée en fonction de l'apparition des premières Gryphea arcuata LAMARCK.

La présence, au sommet du Sinémurien d'un ensemble marneux rend la recherche pratique de la limite supérieure également délicate, bien que le banc de "Calcaire ocreux" souligne cette limite. Mais ce banc est rarement observable.

Les limites de cet étage sont donc difficiles à préciser avec rigueur sur le terrain. Mais l'incertitude pratique n'en est pas moins très faible : 0,35 m pour la limite inférieure, 5 m pour la limite supérieure. Et le "Calcaire à Gryphées" constitue un excellent niveau repère, à l'intérieur des puissantes séries marneuses qui l'encadrent. Dégagé par l'érosion, souligné par une végétation de broussailles et de taillis, il marque dans le paysage, et est facilement observable en photographies aériennes.

Le Sinémurien calcaire affleure, à l'Est et au Sud de Vorges-les-Pins, au Nord d'Abbans-Dessus, et au SSE de Byans-sur-Doubs, à proximité du château d'eau. Les marnes du sommet sont rarement observables.

3°) Charmouthien : l 4
Puissance : 35 m

Sa stratigraphie a été établie en fonction de coupes effectuées dans les tranchées d'alimentation en eau d'Abbans-dessus (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961) et en fonction d'interpolations d'après la stratigraphie de la région.

C_et étage est représenté essentiellement par des marnes ; il comprend de bas en haut :

- marnes grises, environ..... 4 m
- calcaires à Belemnites..... 1 m
  Echantillons D 56 et Z 24
- marnes grises, schistoïdes.....10 m
- marnes sableuses à nodules calcaires ("miches") et amas pyriteux.....20 m

Fossiles (Déterminations J. BLAISON)

. Tisoa siphonalis M. de SERRES
Echantillons D 68 et K2
. Pleuroceras spinatum d'ORB.
Echantillon Z 26
. Traces de bois
Echantillon R 37
. Forme voisine d'Amalthous margaritatus MONTFORT
Echantillon Z 27
. Belemnites, très abondantes dans le niveau calcaire
Echantillons D 56 et Z 24.

Limite inférieure : Théoriquement elle est bien marquée : au calcaire ocreux du Lotharingien font suite les marnes grises du Charmouthien. Il y a donc un changement pétrographique très net. Mais en réalité le banc de calcaire ocreux apparait rarement en surface.

Des prairies couvrent Lotharingien, Charmouthien, Toarcien, Aalénien marneux, comme elles couvraient déjà Hettangien, Rhétien, Keuper supérieur et Keuper moyen marneux.

En quelques points malgré tout le sol laisse apparaître des éléments de Charmouthien. Mais les affleurements sont toujours peu étendus, et ils ne sont bien visibles qu'en hiver; Ils se situent dans les régions de Vorges-les-Pins, Abbans-dessus, Byans-sur-Doubs et aux Touvières, en contrebas de la route de Chenecey-Buillon.

4°) Toarcien : l 5
Puissance : 60 m

La stratigraphie du Toarcien, comme celle du Charmouthien, a été établie en fonction des coupes d'Abbans-dessus (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961) et d'interpolations d'après la stratigraphie de la région.

Il comprend, de bas en haut :

- Schistes noirs bitumineux, feuilletés, appelés "Schistes carton" : 10 m
  Echantillon Z 28
- Marnes grises et noires, parfois micacées, renfermant de nombreux nodules calcaires ("miches") à la base : 50 m

Les schistes bitumineux de la base constituent une roche très fissile, se débitant en grandes lames de teinte bleutée. Dans tout l'étage les fossiles abondent (déterminations J. BLAISON).

. Posidonomya bronni VOLTZ

abondant dans les schistes bitumineux
Echantillon Z 28

. Harpoceras du groupe falciferum
dans les schistes bitumineux
Echantillon Z 29
. Pseudogrammoceras fallaciosum BAYLE
Variété cotteswaldiae BUCKMAN
dans les marnes
Echantillon R 40
. Trochus subduplicatus d'ORBIGNY
. Nucula hammeri DEFRANCE
. Leda rostralis LAMARCK
. Belemnites sp.

Présence de barytine dans le Lias de Vorges :

Quelques grammes de barytine ont été trouvés à la surface d'une miche du Lias, sur le flanc oriental de l'anticlinal de Vorges : échantillon Z 52. Le Frère Ogérien, en 1865, donnait la présence de la barytine comme très fréquente "dans d'énormes rognons marno-calcaires géodiques" de la partie supérieure du Lias moyen, à Vernantois, Baume, Salins, Ronay, Courbouzon, Sellières, etc...

Limite inférieure :

Théoriquement, elle est très précise puisqu'elle se situe à la limite des marnes charmouthiennes et des schistes bitumineux du Toarcien inférieur. Mais en surface cette limite apparait rarement, les schistes ne sont pas assez résistants pour se différencier dans la morphologie des marnes qui les encadrent ; et végétation et sols recouvrent uniformément l'ensemble.

Affleurements :

Comme ceux du Charmouthien, ils sont réduits, aussi bien en nombre qu'en surface. Ils se situent, eux-aussi, dans les régions de Vorges-les-Pins, Abbans-dessus, Byans-sur-Doubs et aux Tourvières.

Morphologiquement Charmouthien et Toarcien sont très semblables. Leur limite est rarement observable. Leurs affleurements sont peu fréquents et souvent non caractéristiques. Aussi ces deux étages n'ont pas été différenciés sur la carte.

5°) Aalénien : l 6
Puissance : 40 m

La stratigraphie de l'Aalénien marneux a été établie en fonction des coupes d'Abbans-dessus (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961). Celle de l'Aalénien calcaire a été déduite d'une coupe effectuée au Sud du village de Byans-sur-Doubs, dans la tranchée d'une conduite d'eau (x = 867,15 ; y = 240,60).

Cet étage comprend de bas en haut :

1 - Marnes sableuses et micacées..... 25 à 30 m

2 - Marnes gris vert, micacées, plus ou moins ferrugineuses..... 3 m

3 - Calcaires roux ferrugineux oolithiques, en bancs à stratifications entrecroisées..... 2 à 3 m

4 - Calcaires roux ferrugineux, riches en Entroques, à stratifications entrecroisées. 1,70 m
Echantillons B 1 à B 5

5 - Calcaires roux très ferrugineux, avec rares Entroques, se délitant en plaquettes de 2 à 3 cm d'épaisseur, séparés par des inter-bancs marneux..... 5 m
Nombreux Pectens au sommet
Echantillons B 6 à B 13

6 - Calcaires violet à oolithes ferrugineuses, très riches en fer..... 0,80 m
Echantillon B 15.

La coupe d'Abbans-dessus montrait les éléments 1, 2 et 3. Au-dessus de ces niveaux inférieurs de l'Aalénien, la coupe de Byans-sur-Doubs montrait les éléments 4, 5 et 6, puis,

après une zone aveugle, de 0,90 m d'épaisseur, elle se poursuivait dans des calcaires gris clair, oolithiques et à entroques, non ferrugineux, de faciès "calcaire à entroques".

La limite cartographique Aalénien - Bajocien a été placée au sommet du calcaire violet à oolithes ferrugineuses.

Limite inférieure :

Elle est rarement observable sur le terrain parce que végétation et sol masquent uniformément Toarcien et Aalénien marneux, bien qu'un certain changement pétrographique la marque : aux marnes noires du Toarcien supérieur succèdent les marnes sableuses et micacées de l'Aalénien.

Affleurements :

Les plus importants sont situés à la base des falaises bajociennes de Vorges-les-Pins, Abbans-dessus et Byans-sur-Doubs.

Le plus souvent la base de l'étage et même les niveaux supérieurs sont recouverts par les éboulis,

D'autres affleurements, moins étendus, ont été reconnus :

- à l'Ouest de Lombard, dans le Grand Bois,
- à la Picotte, au SSE de Cessey,
- le long de la route départementale 110, au N de Chenecey-Buillon
- sur la rive gauche de la Loue, au N de Chenecey-Buillon
- au Champ du Roi, au N de Chouzelot.

Minerai de fer :

Les niveaux ferrugineux de la série ci-dessus ont donné lieu à des exploitations par mines à Byans-sur-Doubs et Abbans-dessus. A Vorges, la couche de minerai, épaisse de 0,50 m, était exploité à ciel ouvert (MERLE A., 1905).

Morphologiquement les quelques 30 m de marnes aaléniennes se soudent au Toarcien et au Charnouthien pour constituer la dépression liasique.

Les calcaires ferrugineux, par contre, interrompent brutalement la morphologie douce du Lias et constituent les niveaux de base de la falaise bajocienne qui, à Vorges-les-Pins, Abbans-dessus et Byans-sur-Doubs, surplombe les cuvettes marneuses du Lias et du Trias.

Au sommet de cet ensemble particulièrement tendre, qui du Keuper vient jusqu'à l'Aalénien, ces calcaires ferrugineux constituent un excellent niveau repère, qui, avec la "dolomie de 10 m" et les "calcaires à Gryphées", permet la cartographie des différents éléments de la série infrabajocienne. En effet, en dehors de ces trois horizons particulièrement caractéristiques et suffisamment peu épais pour permettre de situer leurs affleurements avec une remarquable précision dans la série, les niveaux que l'on peut observer sur le terrain sont rares ou peu caractéristiques. Ces calcaires aaléniens débutent une épaisse série calcaire qui va s'étendre jusqu'au Callovien.

C - JURASSIQUE MOYEN

Il comprend trois faciès nettement caractérisés :

- Les calcaires à Entroques et à Polypiers,
- Les calcaires oolithiques ("Grande Oolithe"),
- Les calcaires compacts.

La rareté des faunes caractéristiques fait que la position stratigraphique de ces différents faciès est souvent mise en discussion. Dans l'ensemble du Jura franc-comtois, les ammonites classiques, connues, permettent de distinguer : (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957)

- Un Bajocien inférieur et moyen représenté par des calcaires à Entroques et des calcaires à Polypiers. (Zones à Hyperlioceras discites, Witchellia laeviuscula, Sonninia sowerbyi, Otoites sauzei d'une part ; à Cadomites humphriesi et à Witchellia romani d'autre part).

- Un Bajocien supérieur représenté par des calcaires oolithiques, qui ont fourni : Strenoceras miortense, Garantia garanti, Parkinsonia parkinsoni.

- Un Bathonien représenté par des calcaires compacts et peut-être aussi par le sommet des calcaires oolithiques précédents : "dans la région de Besançon des doutes peuvent subsister sur la dernière dizaine de mètre de la Grande Oolithe. Il n'est pas exclu qu'elle n'empiète sur le Bathonien" (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957).

Sur la carte, les dénominations d'étages correspondent effectivement aux faciès suivants :

- Bajocien inférieur : calcaires à Entroques et à Polypiers
- Bajocien supérieur : calcaires oolithiques
- Bathonien : calcaires compacts.

1°) Bajocien inférieur : J_{1a}

Puissance : 90 m

Une stratigraphie de détail a pu en être établie grâce à la coupe de Byans-sur-Doubs et à une autre coupe relevée le long de la route départementale 13, au lieu-dit Aranthon, au Nord d'Osselle, un peu en dehors de la zone étudiée (RENARD B., 1957).

Dans les calcaires à Entroques et à Polypiers qui prédominent, plusieurs niveaux de silex ont été relevés.

De bas en haut la série est la suivante :

- Calcaires gris oolithiques avec Entroques, assez rares..... 12,50 m
  Echantillons B 16 à B 31
- Calcaires gris et roux, riches en Entroques, avec nombreux bancs et inter-bancs marneux.. 16,80 m
  Echantillons B 32 à A 10
- Calcaires bleus, jaunâtres et ocres, à Polypiers ou à Entroques, avec passées marneuses à la base..... 20,80 m
  Echantillons A 11 à A 21
- Calcaires marneux avec silex nodulaires et Polypiers..... 3,00 m
  Echantillons A 22 - A 23
- Calcaires blancs, gris et jaunâtres, à Entroques, silicifiés vers la base..... 17,00 m
  Polypiers par places
  Echantillons A 24 à A 33
- Calcaires gris et roux, riches en silex nodulaires ; Polypiers..... 13,70 m
  Echantillons A 34 à A 42
- Calcaires gris et jaunâtres, oolithiques, à Polypiers et avec fossiles silicifiés..... 5,50 m
  Echantillons A 43 à A 47.

Coupe de Byans-sur-Doubs : au dessus des calcaires violets à oolithes ferrugineuses du sommet de l'Aalénien, venaient les éléments suivants :

7 - Zone aveugle..... 0,90 m

8 - Calcaires gris clair, très riches en oolithes, avec Entroques très rares, en bancs de 10 à 20 cm..... 3,40 m
  Echantillons B 16 à B 20

9 - Calcaires gris bleu, oolithiques, à Entroques et à ciment ferrugineux, en bancs de 20 à 40 cm..... 1,65 m
  Echantillon B 21.

10 - Calcaires sableux en plaquettes..... 0,15 m
Echantillon B 22

11 - Calcaires gris beige, oolithiques, en bancs de 10 à 20 cm, avec Entroques, très rares, et à stratifications entrecroisées..... 7,30 m
Echantillons B 23 à B 31

12 - Calcaires gris roux, riches en Entroques, avec fines passées, marneuses..... 1,30 m
Echantillons B 32 - B 34

13 - Zone aveugle..... 3,50 m

14 - Calcaires gris roux, zoogènes..... 1,20 m
Bryozoaires, Entroques.
Echantillon B 36

15 - Marnes bleues..... 2,40 m
Echantillon B 37

La suite de la coupe montrait, entre de nombreuses zones aveugles des éléments identiques à ceux de la coupe suivante, la coupe d'Aranthon.

Coupe d'Aranthon :

1 - Calcaires gris clair, à Entroques..... 0,70 m
Echantillon A 1

2 - Marnes bleues et jaunes avec quatre petits bancs calcaires de 0,10 m d'épaisseur chacun..... 1,40 m
Echantillons A 2 - A 3

3 - Calcaires jaune roux, oolithiques et à Entroques 1,30 m
Un seul banc, massif
Echantillon A 4

4 - Calcaires roux à Entroques..... 1,10 m
3 bancs de 25 cm et 2 passées de marnes jaunes, au sommet et à la base, de 20 et 15 cm
Echantillon A 5

5 - Marnes et calcaires argileux bleus, à Entroques..... 0,70 m
Echantillon A 6

6 - Calcaires rouilles riches en Entroques..... 0,90 m
Petits bancs
Echantillon A 7

7 - Alternances de calcaires noirâtres à Entroques et de marnes bleues..... 1,40 m
Echantillons A 8 - A 9

8 - Calcaires gris très riches en Entroques..... 0,90 m
Polypiers
Un seul banc
Echantillon A 10

9 - Alternances de calcaires bleu noirâtre et de marnes bleues..... 3,50 m
Polypiers, Entroques, Bryozoaires
Echantillons A 11 à A 14

10 - Calcaires roux à Entroques, avec fines passées marneuses de 1 à 2 cm ; bancs calcaires de 50 cm d'épaisseur..... 2,10 m
Echantillon A 15

11 - Calcaires gris, en petits bancs de 10 cm..... 0,90 m
Echantillon A 16

12 - Calcaires jaunes et bleus, parfois bréchiques. 5,00 m
Quelques passées marneuses de 1 à 2 cm
Points de silicification
Serpules en massifs
Polypiers
Echantillons A 17 - A 18

13 - Calcaires argileux, jaunes et bleus..... 0,80 m

14 - Calcaires bicolores, jaunes et bleus en bancs massifs, à Entroques nombreuses..... 3,00 m
Echantillon A 19

15 - Calcaires ocres, très riches en Polypiers, en bancs de 0,30 m, avec passées marneuses... 2,50 m
Polypiers
Pectens
Echantillon A 20

16 - Calcaires jaune roux à Entroques..... 3,00 m
Bryozoaires
Echantillon A 21

17 - Calcaires argileux gris beige, avec silex nodulaires..... 3,00 m
Polypiers, débris de fossiles silicifiés
Echantillons A 22 - A 23

18 - Calcaires à Entroques, roux..... 0,60 m
Points de silicification
Gros Lamellibranches
Bryozoaires
Echantillon A 24

19 - Calcaires sableux beiges de faciès identique à celui des calcaires de l'Argovien..... 0,40 m
Passées marneuses ; les bancs se boudinent et tendent à donner naissance à des miches
Echantillon A 25

20 - Calcaires blancs, gris et jaunes, en gros bancs 3,30 m
Quelques passées marneuses de 1 à 2 cm
Entroques nombreuses à la base
Silice au sommet
Lamellibranches
Echantillons A 26 - A 27 - A 28

21 - Calcaires gris bleu à taches ocres..... 3,20 m
Passées marneuses de 1 à 2 cm
Polypiers
Echantillon A 29

22 - Calcaires jaunâtres à taches ocres en bancs de 20 à 40 cm, avec rares Entroques..... 2,00 m
Echantillon A 30

23 - Calcaires gris riches en Entroques..... 7,50 m
Echantillons A 31 - A 32 - A 33

24 - Calcaires et calcaires argileux gris, à taches ocres, avec nombreux Polypiers et silex nodulaires peu abondants..... 1,30 m
Echantillon A 34

25 - Calcaires marneux très riches en Terébratules et Rhynchonelles..... 0,40 m
Echantillon A 35

26 - Calcaires compacts gris à jaunâtres, à taches ocres,à Polypiers et assez rares silex nodulaires..... 2,00 m
Echantillon A 36

27 - Calcaires gris et roux avec très nombreux silex nodulaires..... 6,00 m
Térébratules
Echantillons A 37 - A 38 - A 39

28 - Calcaires roux, silicifiés, La presque totalité de la roche est silicifiée..... 3,00 m
Echantillons A 40 - A 41

29 - Calcaires gris à taches ocres, avec silex nodulaires de grande taille..... 1,00 m
Echantillon A 42

30 - Calcaires gris et jaunâtres, oolithiques..... 5,50 m
Quelques passées marneuses peu épaisses
Fossiles silicifiés
Polypiers
Rhynchonelles
Echantillons A 43 à A 47

Venaient ensuite des calcaires oolithiques du Bajocien supérieur.

Coupe du Touillon des Morts :

Près de Lombard, au lieu-dit "Le Touillon des Morts", une tranchée profonde de deux mètres, creusée lors de la mise en place du pipe-line sud-européen, entamait les 20 m supérieurs des calcaires à Entroques et à Polypiers, montrant des niveaux assez semblables à ceux de la coupe d'Aranthon.

Zone broyée

1 - Calcaires grumeleux gris..... 3,00 m
nombreuses vacuoles calcitiques ocres
Echantillon T 19

2 - Marnes bleu foncé..... 0,15 m

3 - Calcaires grumeleux gris foncé..... 2,20 m
Taches ocres
Bancs massifs
Echantillons T 17 - T 16

4 - Calcaires oolithiques gris..... 0,50 m
Oolithes de forme irrégulière
Echantillon T 15

5 - Marnes jaunâtres..... 1,40 m
Eléments siliceux en forme de petits galets de 1 cm de diamètre.
Echantillons T 13 - T 14

6 - Calcaires oolithiques jaunes..... 1,40 m
Oolithes de taille irrégulière
Echantillon T 12

7 - Calcaires oolithiques bicolores : gris et bleus 1,30 m
Oolithes jointives, de taille uniforme, à ciment de calcite hyaline
Bancs de 10 à 30 cm
Echantillon T 11

8 - Calcaires oolithiques gris..... 2,00 m
Oolithes jointives de taille uniforme, à ciment de calcite hyaline
Echantillon T 10

9 - Calcaires grumeleux gris..... 0,10 m
Fossiles silicifiés
Echantillon T 9

10 - Calcaires argileux jaunâtres..... 0,40 m

11 - Calcaires grumeleux gris à silex blancs..... 0,50 m
Echantillon T 7

12 - Calcaires grumeleux gris..... 1,10 m
Bancs de 25 à 30 cm
Echantillon T 6

13 - Calcaires gris et jaunâtres à Entroques..... 5,40 m
Oolithes assez rares
Bancs de 5 à 20 cm
Echantillons T 5 - T 4 - T 3

Venaient ensuite les éléments du Bajocien supérieur

Fossiles

- Entroques et Polypiers : très abondants
  Echantillons Z 21 - Z 30 - Z 31
- Alectryonia marshii SOWERBY
  Echantillon 96
  Détermination A. ROLLET
- Bourguetia striata SOWERBY
  Echantillon 95
  Détermination A. ROLLET
- Pholadomya buccardium AGASSIZ
  Echantillon 86
  Détermination A. ROLLET
- Pleurotomaria, Echantillon 76
  Détermination A. ROLLET
- Spongiaire, Echantillon S 3
  Détermination A. ROLLET
- Rhynchonelles, Terebratules silicifiées
  Echantillon 56
- Lamellibranches, Echantillon A 12

REMARQUE :

Le niveau 19 de la coupe d'Aranthon est représenté par 0,40 m de calcaires sableux de faciès identique à celui des calcaires de l'Argovien. A 8 km d'Aranthon le long de la route départementale 110 qui conduit à Chenecey-Buillon, au lieu-dit "Roche Gauthier", ce faciès particulier des calcaires à Polypiers prend une grande extension verticale : sur quelques 10 m d'épaisseur le Bajocien inférieur est représenté par des calcaires sableux gris roux en bancs de 20 à 50 cm, qui se boudinent et donnent des "miches" entre des bancs de marnes sableuses, feuilletées, qui s'intercalent entre les niveaux calcaires. L'ensemble a alors un aspect tout à fait identique à celui que présentent les affleurements d'Argovien.

A Abbans-Dessus, dans les calcaires à Entroques, la présence de Witchellia laeviusc~~a~~ula a été reconnue (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957). De plus "en diverses localités de la Haute-Saône, du Doubs et du Jura... la masse des calcaires à Entroques a fourni Witchellia laeviuscula SOW. et Emileia sauzei d'ORB., les calcaires à Entroques datent donc essentiellement du Bajocien inférieur.

A l'intérieur de ces calcaires à Entroques existent en plusieurs endroits de la Haute-Saône et du Doubs des calcaires à Polypiers. Leur position par rapport aux zones d'Ammonites n'a pas encore pu être précisée" (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957).

Limite inférieure :

Elle est marquée par un changement de composition de la roche et par la variation de teinte qui en découle : aux calcaires violets, à oolithes ferrugineuses, très riches en fer, du sommet de l'Aalénien, succèdent des calcaires oolithiques gris clair.

Aussi sur le terrain cette limite est bien caractérisée.

A la base de la masse des calcaires à Entroques et à Polypiers du Bajocien inférieur dans laquelle les repères sont rares, elle constitue un niveau de référence extrêmement précis : l'incertitude, en zone découverte, étant inférieure à 1 mètre.

Affleurements :

Ils sont très étendus, les plus importants se situent :

- sur les flancs des anticlinaux de Vorges-les-Pins, d'Abbans-dessus, de Byans-sur-Doubs, des synclinaux de Montgardot et de la Fassure,
- à Abbans-dessus,
- dans la région de Chenecey-Buillon (Les Touvières, Roche Gauthier, Combes l'Eveuses, Bois de l'Ermine, Bois de Buillon, rive gauche de la Loue au Nord de Charnay, la vieille Grange, Bois du Faulet)
- à l'Ouest de Charnay: Combe des Louvets
  Granges du Fourneau
- à la Picotte
- Aux Papeteries de Torpes, sur le flanc oriental de l'anticlinal de la Citadelle.

3°) Bajocien supérieur : Grande Oolithe : J_{1b}

Puissance : 64 m

CAREY F. et LAURENT A. (1903) signalaient la découverte de deux échantillons de Parkinsonia parkinsoni SOW., 10 m environ au-dessous du toit de la limite calcaires oolithiques - calcaires compacts, aux environs de Besançon, à Tarragnoz. La Grande Oolithe appartient donc bien encore au Bajocien supérieur.

La coupe d 'Aranthon permet d'établir la stratigraphie du Bajocien jusqu'à 8 m au-dessus de la base de la Grande Oolithe. Les éléments suivants ont été reconnus dans la tranchée du "Touillon des Morts".

La base de la Grande Oolithe est constituée de calcaires gris et roux, oolithiques, avec encore quelques Entroques: 26,70 m.

Le sommet comprend des calcaires gris, jaunes et bleus, souvent bicolores, à oolithes jointives, de taille uniforme, et à ciment de calcite hyaline : 37,10 m.

Niveaux à momies :

Un niveau de calcaires jaunâtres à grosses momies a été relevé à 11 m sous le sommet de l'étage (niveau de 0,50 m d'épaisseur). Il est surmonté de 0,30 m de calcaires argileux jaunes renfermant des momies de 1 à 2 cm de diamètre qui se dégagent facilement de leur gangue calcaréo-argileuse.
(Niveaux 40 et 41 de la coupe du "Touillon des Morts")

Coupe d'Aranthon :

Au-dessus des calcaires gris et jaunâtres, oolithiques, à Polypiers et Rhynchonelles silicifiés, du sommet du Bajocien inférieur, venaient les éléments suivants :

31 - Calcaires roux, oolithiques, en bancs de 5 à 10 cm..... 1,50 m
Echantillon A 48

32 - Calcaires argileux jaunâtres..... 0,50 m

33 - Calcaires gris oolithiques en bancs massifs 3,00 m
Echantillons A 49 - A 50

34 - Calcaires roux oolithiques, en bancs de 20 cm
avec rares Entroques..... 3,00 m
Echantillons A 51 - A 52.

Ici se termine la coupe d'Aranthon

Coupe du Touillon des Morts :

A cet endroit la tranchée du pipe-line sud-européen entamait les couches du Bajocien inférieur à l'Oxfordien. Elle montrait dans le Bajocien inférieur des niveaux assez semblables à ceux précédemment décrits dans la coupe d'Aranthon ; au-dessus venaient les éléments suivants :

14 - Calcaires oolithiques gris..... 4,50 m
rares Entroques
Oolithes de taille et de forme assez régulières
Ciment de calcite hyaline
bancs de 20 à 50 cm
Echantillons T 2 - T 1 - C 70

15 - Calcaires oolithiques gris roux..... 1,80 m
Entroques et débris de coquilles
Oolithes de taille et de forme irrégulières
Ciment de calcite hyaline
bancs de 40 cm
Echantillons C 69 - C 68

16 - Calcaires oolithiques gris..... 1,70 m
Entroques assez nombreuses
Oolithes de taille et de forme irrégulières
Ciment de calcite hyaline
bancs de 20 à 40 cm
Echantillons C 67

Les niveaux 14, 15 , 16 de cette coupe correspondent aux niveaux 31, 32, 33 et 34 de la coupe d'Aranthon.

17 - Zone aveugle ..... 3,00 m

18 - Calcaires gris oolithiques..... 1,50 m
Quelques Entroques
Echantillon C 66

19 - Passée marneuse fossilifère..... 0,10 m
Terebratules, Lamellibranches

20 - Calcaires gris à taches ocres..... 3,10 m
Entroques
Echantillon C 65

21 - Marnes jaunes fossilifères..... 1,00 m
Lamellibranches, Gastropodes
Echantillon C 64

22 - Calcaires gris foncé à taches ocres..... 7,50 m
Rares Entroques
bancs de 10 à 20 cm
nombreux débris de Lamellibranches
quelques $O_o$lithes
Echantillons C 62 - C 63

23 - Calcaires gris et bleus, oolithiques..... 2,00 m
bancs de 10 cm séparés par des passées marneuses
Echantillon C 61

24 - Calcaires roux, riches en Entroques..... 0,50 m
Echantillon C 60

25 - Calcaires oolithiques bicolores, gris et bleus..... 0,50 m
Echantillon C 59

26 - Marnes jaunes..... 0,40 m
nombreux débris de fossiles :
Lamellibranches, Rhynchonelles et Térébratules

27 - Calcaires jaunâtres, oolithiques..... 2,40 m
bancs de 10 à 40 cm
Oolithes jointives, de taille uniforme.
ciment de calcite hyaline

28 - zone aveugle..... 1,00 m

29 - Calcaires gris clair, oolithiques..... 1,20 m
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 56

30 - Calcaires bicolores, jaunes et bleus oolithiques 1,20 m
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 55

31 - Marnes jaunes..... 0,30 m
nombreux débris de Lamellibranches

32 - Calcaires bicolores, jaunes et bleus..... 0,60 m
oolithiques
trois bancs de 15, 25 et 20 cm
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 54

33 - Calcaires jaune roux, oolithiques..... 7,50 m
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 53

34- Calcaires bicolores, jaunes et bleus, oolithiques 0,70 m
Echantillon C 52

35 - Calcaires argileux jaunâtres..... 0,30 m
Rhynchonelles

36 - Calcaires jaune roux oolithiques..... 1,20 m
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 51

37 - Calcaires bicolores, jaunes et bleus,
oolithiques..... 3,80 m
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 50

38 - Calcaires jaunâtres, oolithiques..... 3,00 m
bancs de 15 cm
Oolithes jointives, de taille uniforme
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 49

39 - Calcaires jaune roux oolithiques..... 1,20 m
débris de fossiles
Echantillon C 48

40 - Calcaires jaunâtres oolithiques..... 0,50 m
Oolithes éparses
Grosses momies
Echantillon C 47

41 - Calcaires argileux jaunes..... 0,30 m
momies se présentant sous l'aspect de petits galets de 1 à 2 cm de diamètre, se dégageant facilement de leur gangue calcaréo-argileuse
Echantillon C 46

42 - Calcaires oolithiques jaunes..... 2,50 m
Oolithes jointives, de taille irrégulière
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 45

43 - Calcaires oolithiques bicolores jaunes et bleus 0,50 m
Oolithes jointives, de taille irrégulière
ciment de calcite hyaline
Echantillon C 44

44 - Calcaires argileux gris bleu..... 0,50 m

45 - Calcaires oolithiques gris clair..... 5,00 m
bancs de 5 à 20 cm
Oolithes brunes éparses, et oolithes plus fines, jointives, de taille uniforme
Echantillon C 43

46 - Calcaires oolithiques bicolores, jaunes et bleus..... 1,00 m
bancs de 5 à 20 cm
Oolithes brunes éparses, et oolithes plus fines, jointives, de taille uniforme
Echantillon C 42

47 - Calcaires oolithiques gris..... 1,50 m
Oolithes irrégulières
Echantillon C 41

La coupe montrait ensuite les calcaires compacts du $B_a$thonien.

Les niveaux 40 et 41 décrits ci-dessus ont montré l'existence de momies : grandes concrétions calcaires (leur diamètre moyen est de 2 cm, le plus grand diamètre observé atteignant 4 cm) plus ou moins irrégulières, arrondies ou elliptiques, d'origine organique, à centre constitué par un minéral quelconque, par un test ou par un fragment de test d'organisme.

Le concrétionnement des enveloppes calcaires concentriques est dû à des organismes encroûtants, des Algues filamenteuses par exemple, enrobant un débri (DANGEARD L., 1935).

La forme de ce débri initial influe assez souvent sur la morphologie finale de la momie : les petits Gastéropodes (Nérinées) impriment au pisolithe une forme allongée, une section circulaire ; aux fragments plats de coquille correspondent des momies aplaties ; sur les débris de coquille incurvés se moulent des concrétions en forme de haricot.

Parfois, quand deux centres de concrétionnement sont assez rapprochés l'un de l'autre, l'enrobement arrive à réunir les deux momies en formation en une seule.

Ce niveau à momies de la Grande Oolithe a été assez souvent remarqué : "F. CAREY et A. LAURENT (1903) signalent immédiatement sous les calcaires compacts (du Bathonien), des calcaires oolithiques blancs renfermant sur 1,50 m à 2 m de gros Polypiers roulés et des Oolithes de taille souvent considérable, avec des Nérinées. C'est là le caractère du "banc à momies", niveau avec éléments remaniés et à grosses Oolithes enrobant des restes de Nérinées, tel que nous l'avons déjà signalé aux environs de Maîche et à Cerval. Des échantillons du banc à momies ont été trouvés par nous dans les éboulis de la Citadelle. Il a été trouvé en place par MATTAUER à la base du calcaire compact près du Fort des Justices de Montrapon-Besançon (coordonnées : 877,400 - 256,700), nous l'avons trouvé aussi près de Francois et en plusieurs autres localités. Le banc à momies est presque toujours accompagné de marnes analogues aux marnes à Homomyes des auteurs allemands et suisses." (THEOBALD N., 1957).

Au Touillon des Morts, le niveau à momies ne renfermait pas de Polypiers roulés. Mais ceux-ci ont pu être observés à la Croix de Montgardot (échantillon E 21) dans la tranchée du pipe-line Sud-européen.

Fossiles :

Près d'Abbans-dessus (x = 868,890 ; y = 240,440), la Grande Oolithe a fourni de nombreux échantillons de Garantia garanti d'ORBIGNY, et dans la région de Chenecey-Chaumay, elle a livré Parkinsonia parkinsoni SOW. (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957).

Limite inférieure

Faute de documents paléontologiques suffisants, cette limite est difficile à fixer. Pratiquement elle a été située à la disparition des Polypiers. Le dernier niveau du Bajocien inférieur renfermant des fossiles silicifiés et des Polypiers en assez grande abondance, et la disparition de ces fossiles se faisant brutalement au toit d'un banc, la limite est précise.

Affleurements :

Parmi tous les niveaux cartographiés, c'est la Grande Oolithe qui affleure sur les plus larges surfaces, en particulier dans les région de Charnay et de Chenecey-Buillon. Ailleurs ses affleurements font suite à ceux du Bajocien inférieur :

- flancs des anticlinaux de Vorges-les-Pins, d'Abbans-dessus, de Byans-sur-Doubs, de la Citadelle, des synclinaux de Montgardot, de la Fassure.

Elle affleure encore dans les régions de Boussières, de Cessey (aux Arbues, Ferme des Routes, à la Picotte) et au Sud-Ouest de Goux-sous-Landet (Bois du Landet).

Remarque :

A la Croix de Montgardot, la tranchée du pipe-line Sud-européen était creusée perpendiculairement à la direction des couches, dans le Bathonien, la Grande Oolithe, et les Calcaires à Polypiers. L'épaisseur de la Grande Oolithe en cet endroit était de 65 m, contre 63,8 m au Touillon des Morts, à environ 8 km de distance ; aux erreurs de mesure près, l'épaisseur de la Grande Oolithe ne varie donc pas entre ces deux points.

3°) Bathonien : J_2

Puissance : 85 m

Une coupe complète et détaillée a pu en être relevée dans la tranchée du pipe-line Sud-européen au Touillon des Morts.

Cet étage est essentiellement représenté par des calcaires compacts et graveleux.

Bien qu'il ne soit pas exclu que la dernière dizaine de mètres de la Grande Oolithe m'appartienne déjà au Bathonien (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957), la limite cartographique Bajocien-Bathonien a été fixée au sommet de cette Grande Oolithe.

On peut distinguer, dans le Bathonien, les ensembles suivants, de bas en haut :

- Calcaires compacts blancs..... 9,50 m
- Calcaires oolithiques gris clair..... 2,50 m
- Calcaires compacts à momies, gris et ocres..... 15,50 m
- Calcaires compacts gris et ocres..... 3,00 m
- Calcaires graveleux gris et ocres..... 19,00 m
- Calcaires compacts gris..... 13,50 m
- Calcaires et calcaires argileux jaunâtres avec nombreux Polypiers..... 0,50 m
- Calcaires compacts gris foncé..... 3,00 m
- Calcaires compacts gris clair avec assez rares Polypiers..... 6,50 m
- Calcaires graveleux gris..... 12,00 m

Ce dernier ensemble de calcaires graveleux a montré l'existence de quelques niveaux particuliers :

. à momies
. à Rhynchonelles
. à très gros fragments de Crinoïdes (4 cm de diamètre)

et la présence de calcaires bicolores jaunes et bleus.

Coupe du Touillon des Morts :

Après les calcaires oolithiques gris, à oolithes irrégulières, du sommet de la Grande Oolithe, la tranchée du

pipe-line entamait les niveaux suivants :

48 - Calcaires grumeleux blancs..... 1,50 m
Echantillon C 40

49 - Calcaires compacts gris blanc..... 8,00 m
Stylolithes
Echantillons C 39 - C 38

50 - Calcaires oolithiques gris clair..... 2,50 m
Oolithes éparses en général
concentrées par places
Echantillon C 37

51 - Calcaires compacts gris clair..... 8,50 m
points roses assez rares
momies en général dispersées (éch. C 33)
mais très abondantes dans certains niveaux, situés, par rapport au toit de cet ensemble à :
. 2,50 m : épaisseur 2 cm
. 5,50 m : épaisseur 2 cm
. 6,50 m : épaisseur 10 cm (Ech. C 34)
. 8,00 m : épaisseur 50 cm (Ech. C 35).

52 - Calcaires compacts gris..... 1,50 m
points roses abondants
Echantillon C 32

53 - Calcaires compacts gris clair, à momies..... 4,00 m
rares points roses
Echantillons C 31 - C 30

54 - Calcaires compacts, bicolores; gris et ocres, à momies..... 1,50 m
Echantillon C 29

55 - Calcaires compacts, bicolores, gris et ocres.. 3,00 m
Echantillon C 28

56 - Calcaires graveleux, bicolores : gris et ocres 2,50 m
Echantillon C 27

57 - Calcaires graveleux gris..... 7,00 m
Echantillons C 26 - C 25

58 - Zone aveugle : poche de sidérolithique..... 1,50 m
Echantillon C 24

59 - Calcaires compacts gris..... 1,50 m
Passées graveleuses
Echantillon C 23

60 - Calcaires graveleux gris..... 6,50 m
apparence oolithique
bancs de 5 à 40 cm
Echantillon C 22

61 - Calcaires grumeleux, jaunâtres..... 1,50 m
bancs de 30 à 50 cm
Echantillon C 21

62 - Calcaires compacts gris, avec enclaves bleues.. 1,00 m
Echantillon C 20

63 - Calcaires compacts gris..... 11,00 m
très diaclasés
Echantillon C 19

64 - Calcaires et calcaires argileux jaunâtres..... 0,50 m
calcaires très riches en polypiers
Echantillon C 18

65 - Calcaires compacts gris foncé..... 3,00 m

66 - Calcaires compacts gris clair..... 6,50 m
assez rares polypiers
Echantillons C 17 - C 16

67 - Calcaires à grosses gravelles, gris..... 4,50
Rares Rhynchonelles au sommet
quelques moules
Echantillon C 15

68 - Calcaires finement graveleux..... 5,00 m
bancs de 20 à 30 cm
très diaclasés
Echantillons C 13 - C 12

+ A 3 m du sommet de cet ensemble : niveau riche en gros fragments de Crinoïdes, atteignant 4 cm de diamètre, Echantillon C 14

69 - Calcaires graveleux bicolores : jaunes et bleus 1,00 m
nombreuses empreintes de Rhynchonelles
joints stylolithiques
Echantillon C 11

70 - Calcaires graveleux gris et jaunâtres..... 1,50 m
bancs de 5 à 20 cm
très diaclasés
Echantillon C 10

71 - Zone aveugle..... 0,50 m

Venaient ensuite des calcaires et calcaires argileux, jaunes et roux, oolithiques et à Entroques, de faciès "Dalle Nacrée", qui ont été attribués au Callovien.

Cette coupe du Touillon des Morts ne permettait pas de constater si une surface d'omission terminait les calcaires du Bathonien, ni s'il existait des marnes équivalentes aux marnes de Champforgeron, de Besançon.

Mais ces marnes ont pu être reconnues au SE de Cessey, là où sur la carte, la ligne électrique coupe le chemin, qui, du village, conduit à la route D. 101.

Leur épaisseur se situe entre 1 et 2 m.

Elles ont fourni les fossiles suivants :

- Rhynchonella morierei DAV.
  Echantillon Z 32
  Détermination A. ROLLET
- Obovothyris obovata SOW.
  Echantillon Z 33
- Terebratula intermedia SOW.
  Echantillon Z 34
- Rhynchonella concinna SOW.
  Echantillon Z 35
- Dictyothyris coarctata PARK.
- Rhynchonella elegantula BOUCHER
- Reptomulticava (?) : échantillon Z 36
  Détermination A. ROLLET.

La présence d'Obovothyris obovata SOW. indique pour ces marnes un âge Bathonien supérieur (THEOBALD N., 1957-a) Ces marnes existent également 1 km au NE de Courcelles, à la lisière du Bois de Renchot, au contact de la faille de Rouhe. Les fossiles qu'elles fournissent y sont très tectonisés mais semblent néanmoins appartenir aux mêmes formes que ci-dessus.

Limite inférieure :

Théoriquement elle est mal définie. Le sommet de la Grande Oolithe n'est pas assez fossilifère pour qu'il puisse être précisé si la limite Bajocien-Bathonien est à placer au sommet du faciès oolithique, comme celà a été établi dans la région de Belfort, ou si le sommet de cette Grande Oolithe est déjà à ranger dans le Bathonien comme dans le Jura alsacien et à Clerval. (THEOBALD N., BOURQUIN J., 1957). Pratiquement tout le complexe de la Grande Oolithe a été laissé dans le Bajocien ; l'efreur maxima ne dépasse pas, de toutes façons, une dizaine de mètres, et la limite cartographique ainsi adoptée est nette et facile à reconnaitre.

Remarques :

. 300 m au Sud de la Croix de Montgardot, le Bathonien présente dans ses niveaux supérieurs des passées de calcaires ocres vacuolaires, très particuliers (échantillon E 8).

Ce faciès se retrouve au Sud du Bois du Landet et entre Cessey et la Ferme des Routes.

. Dans la région de Boussières, à l'Ouest de Peu-dessus, les niveaux supérieurs des calcaires compacts montrent l'existence d'une Lumachelle à Brachiopodes (échantillon 78) épaisse de 1 à 2 cm et renfermant surtout de grosses Rhynchonelles écrasées (Rhynchonella morierei DAV.), Zeilleria, Dictyothyris et un fragment de test d'Hemicidaris ou Acrosalenia (détermination A. ROLLET).

Affleurements :

Ils couvrent des surfaces très importantes :

- flancs des anticlinaux de Vorges-les-Pins, d'Abbans-dessus, de Byans-sur-Doubs, de la Citadelle, du synclinal de la Fassure,
- coeur du synclinal de Montgardot,
- régions de Boussières, Abbans-dessous, Cessey, Chenecey-Buillon, Courcelles, Rouhe, Goux-sous-Landet.

A l'affleurement, le Bathonien présente un aspect bien particulier ; profondément ravinée, sculptée par l'érosion,

sa surface présente d'importantes fissures, des lapiez, des gouffres, qui lui confèrent un aspect tourmenté caractéristique. Cette karstification du Bathonien est particulièrement marquée dans les régions de Courcelles, Rouhe, Goux-sous-Landet.

D - JURASSIQUE SUPERIEUR

1°) Callovien : J_3

Puissance : 15 m

La coupe du Touillon des Morts et le sondage E.D.F. n° 1 ont permis d'en reconnaitre les différents éléments.

Il est essentiellement représenté par des calcaires oolithiques et à Entroques, jaunes et bleu noirâtre.

Au sommet, il comprend des marnes et calcaires argileux noirâtres, à Oolithes ferrugineuses (0,75 m).

Coupe du TOUillon des Morts :

Après les calcaires graveleux gris et jaunâtres, du Bathonien, venaient les niveaux suivants :

71 - Zone aveugle..... 0,50 m

72 - Calcaires argileux roux..... 0,50 m
Echantillon C 9

73 - Calcaires oolithiques et à Entroques..... 0,50 m
jaunâtres
Polypiers
Echantillons C 8 - C 7

74 - Marnes jaunes..... 0,30 m

75 - Calcaires oolithiques jaunâtres..... 0,20 m
Echantillon C 6

76 - Calcaires argileux jaunes..... 0,90 m
Echantillon C 5

77 - Calcaires finement oolithiques et à Entroques. 1,00 m
bicolores; jaunes et bleus
Echantillons C 4 - C 3

78 - Calcaires oolithiques jaunâtres..... 0,70 m
en plaquettes de 5 cm
Oolithes irrégulières
Echantillon C 2.

Les éléments suivants étaient masqués par des éboulis ; après une zone aveugle d'environ 10 mètres d'épaisseur, la tranchée du pipe-line entamait les marnes bleues de l'Oxfordien.

La partie supérieure du Callovien et la base de l'Oxfordien ont été traversées par le sondage E.D.F. n° 1 implanté sur la rive gauche de la Loue entre Vorges-les-Pins et Chenecey-Buillon.

1 - 27,15 m à 24,40 m : calcaires finement oolithiques, blanchâtres, joints stylolithiques, traversés sur 2,75 m par le sondage, le pendage étant voisin de 20°, l'épaisseur de ce niveau est : 2,75 × cos 20°, soit..... 2,60 m

2 - 24,40 m à 23,90 m : marnes jaunes avec nombreux débris silicifiés, traversés sur 0,50 m, soit une épaisseur de..... 0,45 m

3 - 23,90 m à 23, 00 m : Calcaires oolithiques, à Entroques, bleu noirâtre, traversés sur 0,90 m, soit une épaisseur de..... 0,85 m

4 - 23,00 m à 19,30 m : Calcaires oolithiques jaunâtres, à Bryozoaires, Foraminifères, Polypiers, et traces de silicification vers 19,80 m, traversés sur 3,70 m, soit une épaisseur de..... 3,50 m

5 - 19,30 m à 18,50 m : Calcaires oolithiques et à Entroques bleu noirâtre, avec traces de pyrite à 18,70 m et traces de silicification traversés sur 0,80 m, soit une épaisseur de. 0,75 m

6 - 18,50 m à 18,30 m : Calcaires argileux noirâtres à Oolithes ferrugineuses..... 0,20 m

7 - 18,30 m à 17,70 m : Marnes noirâtres à Oolithes et pisolithes ferrugineux, traversés sur 0,60 m, soit une épaisseur de..... 0,55 m

Venaient ensuite des marnes et calcaires marneux bleus à fossiles silicifiés (Terebratules) qui présentaient des traces de pyrite et des empreintes d'Ammonites, et qui ont été attribués à l'Oxfordien.

Limite inférieure :

Sur le terrain, cette limite peut être déterminée avec une grande précision grâce au changement pétrographique net qui la marque : les calcaires gris graveleux du sommet du Bathonien se différencient aisément des calcaires argileux roux de la base du Callovien et encore mieux des calcaires oolithiques jaunâtres qui leur font suite.

Les marnes de Champforgeron, quand elles existent, soulignent encore cette limite dans la morphologie.

Affleurements :

La faible épaisseur du Callovien fait qu'ils sont bien moins étendus et aussi moins nombreux que ceux des étages précédents. Ils font suite aux affleurements de Bathonien sur les flancs des anticlinaux de Vorges-les-Pins, Abbans-dessus, Byans-sur-Doubs, du synclinal de la Fassure, dans les régions de Boussières, Abbans-dessous, Cessey, au Nord de Chenecey-Buillon, à la Grange de Battant (sur la route Quingey-Courcelles).

Ils sont particulièrement développés dans les régions de Palantine, Courcelles et Rouhe.

Avec le Callovien se termine une puissante série calcaire, épaisse de 285 m, qui groupe Aalénien, Bajocien, Bathonien et Callovien, et couvre une fraction prépondérante de la surface étudiée.

La recherche de limites précises, les nombreuses complications tectoniques qui affectaient cette série, nécessitaient l'établissement d'une stratigraphie précise. Celle-ci a pu être reconnue en partie grâce à la tranchée du pipe-line Sud-européen mais aussi grâce à la nature calcaire de cette série, entamée sans soutènements par les voies de communication, dont les affleurements sont denses et souvent étendus, dont les éléments constituent fréquemment des falaises, des abrupts, qui révèlent de façon continue la nature des couches qui la composent.

2°) Oxfordien : J_4

Puissance : 50 m

A différents niveaux, les assises oxfordiennes ont été traversées par des sondages E.D.F. (1, 2, 3, et 286).

L'Oxfordien comprend :

- à la base : des alternances de marnes et de calcaires argileux bleus..... 7,50 m
- puis des marnes bleues..... 42,50 m

Au-dessus du Callovien le sondage E.D.F. n° 1 a traversé la base de l'Oxfordien :

- 9,70 m à 17,70 m : alternances de marnes et de calcaires argileux bleus ; le pendage étant de 20°, l'épaisseur de cette série est de 7,50 m
- 4,50 m à 9,70 m : marnes bleues.

Dans ces deux ensembles les carottes ont montré l'existence de fossiles silicifiés, d'Ammonites (empreintes non déterminables) et de pyrite (échantillon 222)

Les autres sondages E.D.F. ont rencontré des marnes bleues oxfordiennes :

- de 4,80 m à 22,15 m : sondage n° 2
- de 3,80 m à 20,80 m : sondage n° 3
- de 3,90 m à 10,07 m : sondage 286

Fossiles : les différents affleurements d'Oxfordien ont fourni les fossiles suivants (déterminations J. BLAISON).

- Creniceras renggeri OPPEL.

  Echantillon Z37
- Quenstedtoceras cf. mariae d'ORB.

  Echantillon Z38
- Quenstedtoceras aff. praecordatum

  Echantillon Z39
- Perisphinctes (Discosphinctes) jelskii SIEMIRADZKI

  Echantillons Z 40
- Perisphinctes sp.

  Echantillon Z 41
- Quenstedtoceras aff. carinatum

  Echantillon Z 42
- Cardioceras cordatum SOW.

  Echantillon Z 43
- Taramelliceras DEL CAMPANA

  Forme jeune, pas encore tuberculée
  Echantillon Z 44
- Collyrites ellipticus AGASSIZ

  Echantillon Z 45
- Collyrites sp.

  Echantillon Z 46
- Millericrinus sp.

  Echantillon Z 47

Affleurements :

Les plus importants sont situés dans les régions de : Boussières, Abbans-dessous, Quingey, Cessey, Palantine, Courcelles, Rouhe, Chenecey-Buillon (Les Trouvières, Petit Narmont).

Dans le payaage l'Oxfordien apparait sous forme de zones déprimées, couvertes de prairies (Molinia cerulea) ou de forêts de résineux.

Il constitue les combes oxfordiennes, encaissées entre les masses calcaires du Jurassique moyen et de l'Argovo-Rauracien.

3°) Argovien - Rauracien

. Argovien : J_5 - puissance : 53 m

. Rauracien : J_6 - puissance : 25 m

L. BEAUVAIS a montré en 1961 que l'étage Rauracien n'est en réalité qu'un faciès de l'Argovien :

"Les coupes levées dans le Vorbourg (anciennes Rauracie) et les fossiles récoltés dans ces coupes ont montré que les formations ayant servi de type à l'étage Rauracien sont d'âge Argovien. Surmontant directement l'Oxfordien supérieur, elles sont elles-mêmes directement recouvertes par le Séquanien. Le Rauracien doit donc être considéré, non comme un étage, mais comme un faciès de l'Argovien".

Une coupe-type de l'Argovo-Rauracien a été relevée à l'Ouest de Lombard, dans la tranchée du chemin de fer, là où la ligne S.N.C.F. Besançon-Mouchard coupe la route Lombard-Fourg.

- L'Argovien y est représenté par des :
  - couches à "miches" (ovoïdes calcaires de 10 à 20 cm de diamètre)..... 8 m
  - calcaires argileux, grumeleux ou sableux à points siliceux, gris ou beiges..... 17 m
  - alternances calcaires - marnes..... 10 m
  - calcaires argileux à rares Polypiers isolés et coquilles silicifiées..... 18 m

- Le Rauracien par des :
  - calcaires compacts à Polypiers..... 4 m
  - Calcaires argileux, grumeleux ou gris-beige avec Terebratules silicifiées par places 16 m
  - calcaires finement grumeleux, gris-clair, à joints stylolithiques..... 5 m

Exceptés les calcaires compacts à Polypiers de la base, ces niveaux rauraciens sont peu différents de ceux de l'Argovien. Le plus souvent ils sont même absolument identiques.

Problèmes du Rauracien :

a) Variations de faciès

Si les niveaux de l'Argovien, tels qu'ils viennent d'être définis se retrouvent sensiblement identiques à eux-mêmes dans tous les affleurements de la région de Quingey, il n'en est pas de même pour le Rauracien.

Traduisant une sédimentation récifale et périrécifale, les formations rauraciennes accusent des variations brutales et importantes de faciès :

- A Lombard, au Sud de Lavans-Quingey, à l'Est de Quingey (D. 101 et Bois des Routes), le Rauracien se présente sous un aspect tout à fait identique à celui de l'Argovien : calcaires argileux, grumeleux ou sableux, gris et beiges, à points siliceux.

- Le long de la D. 15 qui conduit à Pointvillers, le Rauracien a encore, macroscopiquement, ce même aspect d'Argovien, mais à la loupe il se montre en fait finement oolithique.

- Dans le Bois de Blâme et le long de la D. 107 (Boussières - Abbans-dessus) il est représenté par des calcaires oolithiques et graveleux à fossiles silicifiés, riches en Entroques à certains niveaux et avec Polypiers à la base.

- A Abbans-dessous, enfin, le Rauracien est entièrement coralligène.

b) Limite inférieure

Ces variations de faciès rendaient la recherche de la limite inférieure du Rauracien délicate, dans les zones où Argovien et Rauracien présentent le même faciès, elle est pratiquement impossible à situer avec rigueur.

Mais un peu plus haut dans la série existe assez souvent la zone à Terebratules silicifiées, souvent réduite à 1 m d'épaisseur et qui permet, pratiquement, de résoudre ce problème.

Dans les zones où le Rauracien présente un faciès oolithique, graveleux ou à Polypiers, la limite est précise.

Donc, dans la région de Quingey, le Rauracien ne constitue pas une unité lithologique bien précise. Souvent il se confond avec l'Argovien. Sa différenciation, sur la carte, est la source de nombreuses difficultés, sans pour cela apporter de grandes précisions dans l'étude tectonique.

Coupe de la tranchée du chemin de fer, à l'Ouest de Lombard :

Cette coupe entame des niveaux allant de l'Oxfordien au Séquanien :

1 - Marnes oxfordiennes

2 - Marnes jaunes à "miches". Echantillon F 1) et concrétions siliceuses ("chailles")..... 4 m

3 - Calcaires argileux, grumeleux, gris de fumée en bancs de 10 cm séparés par des feuillets marneux de 1 à 2 cm..... 4 m

Ces bancs calcaires se débitent assez facilement en parallélépipèdes et donnent ainsi naissance à des "miches" dans les parties altérées

Rares nodules siliceux (= "chailles")
Rares fossiles silicifiés
Echantillon F 2.

4 - Calcaires argileux, grumeleux, gris avec nombreux pisolithes ferrugineux, rouilles..... 2 m

(diamètre moyen des pisolithes 1 4 mm
diamètre maximum observé : 8 mm).
Nombreux débris de coquilles silicifiées (Rhynchonelles, Pectens, Terebratules).
Rares Entroques
Un seul banc massif
Le centre des pisolithes est le plus souvent constitué par un débri de coquille silicifiée
Echantillon F 3.

5 - Calcaires argileux, finement grumeleux, beiges se débitant en minces plaquettes de 1 cm d'épaisseur..... 3 m
Les bancs calcaires sont séparés par des minces feuillets marneux de 1 à 2 mm d'épaisseur
Echantillon F 4.

6 - Calcaires argileux, sableux, blanc gris, en bancs de 5 à 30 cm, très craquelés, séparés par des feuillets marneux de 1 cm d'épais.;... 6 m
Points de silicification et coquilles silicifiées
Echantillon F 5

7 - Calcaires argileux, finement grumeleux, gris de fumée, en bancs de 10 à 30 cm, se débitant en plaquettes..... 6 m
Echantillon F 6.

8 - Alternances calcaires marnes..... 10 m

. calcaires finement grumeleux, passant à des calcaires argileux fins d'apparences sublithographique, gris bleu à gris beige, en bancs de 20 à 80 cm
Points de silicification
Echantillons F 7 - F 8

. Marnes dures, en plaquettes de 2 mm d'épaisseur, constituant des intercalations de 20 à 80 cm

9 - Calcaires argileux fins, gris à gris bleu, d'apparence sublithographique..... 16 m
Bancs d'aspect massif (20 cm à 1 m), séparés par des passées de calcaires argileux (5 cm à 30 cm) en plaquettes.
Quelques rares Polypiers isolés
rares Entroques et coquilles silicifiées
Echantillons F 9 - F 10 - F 11

10 - Calcaires argileux, grumeleux, gris, en plaquettes..... 2 m
Quelques rares Polypiers isolés
Débris de coquilles
Echantillon F 12

Viennent ensuite les niveaux du Rauracien :

11 - Calcaires compacts, à grain fin, beiges et gris en bancs massifs, sans intercalations marneuses, avec nombreux Polypiers constituant dans la roche des enclaves roses et blanches..... 4 m
Parfois tout le volume de la roche est occupé par les Polypiers
Echantillon F 13

12 - Calcaires légèrement argileux, finement grumeleux, gris beige, en plaquettes de 1 à 2 cm;... 2,5m
Echantillon F 14

13 - Zone à Terebratules silicifiées..... 12 m
Calcaires légèrement argileux, finement grumeleux ou d'apparence sublithographique, gris beige, en bancs massifs de 1 à 2 m d'épaisseur, se délitant parfois en plaquettes
Nombreuses et grosses coquilles silicifiées, laissées en relief à la surface des bancs par l'érosion : Terebratules surtout, quelques Pectens et Rhynchonelles.
Echantillons F 15 - F 16

14 - Calcaires compacts gris à Polypiers asses nombreux :..... 0,50 m
un seul banc
Echantillon : F 17

15 - Calcaires légèrement argileux d'apparence sublithographique, avec nombreuses Terebratules silicifiées..... 1 m
Echantillons identiques à F 16

16 - Calcaires finement grumeleux, gris clair, en bancs massifs de 50 cm à 1 m..... 5 m
Joints stylolithiques
Echantillon F 18

Les éléments suivants de la coupe ont été attribués au Séquanien.

Fossiles.

. Ammonites : échantillons 76 - 82 - 67 - Z 50

. Tiges d'Encrines : dans le ruisseau du Moulin Caillet et le long des routes Vorges - Boussières (D.104) et Boussières - Abbans-dessus(D.107), les niveaux supérieurs de l'Argovien et les niveaux de base du Rauracien se montrent riches en très grosses tiges d'Encrines.
Echantillons 51 - S 3
Z 3 : Apiocrinus rotundatus GOLDFUSS

. Anisocardia sp.

Echantillon 82

. Nodule à Septaria emprisonnant un Brachiopode

Détermination J. BLAISON
Echantillon Z 49

Déterminations A. ROLLET :

. Aspidoceras perarmatum SOWERBY

Echantillon 61

. Dichosphinctes

Echantillon 74

. Zeilleria delimontana OPPEL.

. Pholadomya exaltata AGASSIZ.

Echantillon 7 L - 62 - Z 2

. Pholadomya clineata GOLD.

Echantillon 82

. Gryphea dilatata SOWERBY

. Pholadomya parcicosta AGASSIZ

. Pleurotomaria

. Rhynchonella thurmanni VOLTZ.

. Millericrinus

. Terebratula rollieri HAAS

. Serpula gordialis SCHLOTHEIM

Echantillons Z 48 - 58

. Alectryonia pulligera GOLDFUSS

. Terebratula galliennei d'ORBIGNY

Echantillon Z 51

. Zeilleria delimontana OPPEL

Niveau à oolithes ferrugineuses :

Au niveau de Lombard, la tranchée du pipe-line Sud-européen a montré dans l'Argovien l'existence d'un niveau marneux très riche en oolithes ferrugineuses (épaisseur de ce niveau : 40 cm, échantillon 5 L) dont l'existence avait déjà été signalée à Gsoux-sous-Landet (BREYFUSS M., 1960 a) à plus de 6 km de là. A Goux la couche atteint 2 m d'épaisseur et constitue "un véritable minerai de fer".

De plus : "un tel minerai de fer, d'âge Argovien est connu depuis longtemps dans la région de Chamesol et Noirefontaine où il a été exploité avant 1817 malgré sa faible teneur. A. MERLE (1905) qui a recueilli de nombreux renseignements sur les substances utiles du Doubs, signale à Goux, ainsi qu'à Rouhe et Cussey sur Lison, d'anciennes exploitations ayant alimenté les hauts fourneaux de Quingey et Châtillon. Il considère qu'il s'agit de minerai en grains, de faciès sidérolithique par conséquent ; mais il note que "la couche ferrifère se trouve à 4 ou 5 m de profondeur, en relations probables avec le Callovien". Il ne fait pas de doute que le minerai de Goux et le niveau ferrugineux traversé par le puits ne font qu'un" (DREYFUSS M., 1960 a).

Niveaux à chailles :

A Lombard encore, mais plus au Sud, la tranchée du pipe-line montrait dans les niveaux de base de l'Argovien, des éléments différents de ceux décrits dans la coupe-type : les 30 m inférieurs de l'étage s'y révèlaient riches en nodules siliceux (chailles). Ces chailles existent également à Boussières, à Palantine et à Rouhe. Ailleurs elles semblent absentes ou rares, comme dans la coupe ci-dessus.

Limite inférieure de l'Argovien :

"L'Argovien fait suite à l'Oxfordien d'une façon si continue et progressive que la coupure entre les deux étages en devient difficile à préciser" (DREYFUSS M., 1950).

Les sphérites calcaires existent en effet déjà dans les quelques 15 à 20 m supérieurs de l'Oxfordien et dérivent alors de bancs isolés, séparés les uns des autres par 5 à 6 m de marnes. Ce n'est qu'à partir du niveau 2 de la coupe précédente que ces "miches" sont devenues assez abondantes dans les marnes pour conférer une certaine tenue à l'ensemble, ce qui se traduit dans le paysage par une rupture de pente assez nette; à défaut de critère plus rigoureux, ce caractère morphologique marque généralement assez bien la limite Oxfordien-Argovien.

Affleurements : ils sont situés dans les mêmes régions que les affleurements d'Oxfordien, auxquels ils font suite.

Les sondages E.D.F. n° 281 et 282 ont traversé les niveaux inférieurs de l'Argovien.

4°) Séquanien : J_7

Puissance : 100 m

- Les 40 m inférieurs du Séquanien sont visibles dans la coupe de la tranchée du chemin de fer, à l'Ouest de Lombard.

- Les 7 m supérieurs de l'étage ont été décrits par A. GIRARDOT (1896) le long de la route Lavans-Quingey-Pointvillers.

- Les niveaux situés entre ces deux coupes sont visibles, fragmentairement dans différents affleurements, mais aucune coupe suivie n'a pu être réalisée.

Synthétiquement, le Séquanien comprend les niveaux suivants, de bas en haut :

1 - Calcaires blancs crayeux, oolithiques, pisolithiques et graveleux..... 10 m

2 - Calcaires gris compacts avec momies et taches roses à la base..... 10 m

3 - Alternances calcaires compacts - calcaires argileux..... 9 m

4 - Marnes jaunes et bleues..... 10 m

5 - Marnes grises ou noires avec bancs de calcaires sableux et de calcaires argileux jaunâtres en plaquettes de 3 à 5 cm..... 26 m

6 - Calcaires compacts..... 28 m

7 - Calcaires argileux, grumeleux, oolithiques, grisâtres, oolithes "cannabines", détachées de la roche..... 2 m

8 - Calcaires blancs, massifs, "bréchoïdes", en fragments anguleux, irréguliers, reliés par un ciment rougeâtre..... 3 m

9 - Calcaires compacts blanc grisâtre..... 2 m

. Les niveaux 1, 2, 3 et 4 sont visibles dans la tranchée du chemin de fer, à l'Ouest de Lombard.

. Les niveaux 5 et 6 dérivent de la description du Séquanien par A. GIRARDOT (1896, Le Système Oolithique, p. 311-313). Leur épaisseur a été déterminée par constructions graphiques, dans les zones où le Séquanien affleure.

. Les niveaux 7-8 et 9 étaient visibles dans la coupe de la route Lavans - Quingey - Pointvillers : D. 15 (GIRARDOT A., 1896, p. 295, coupe XXXVI).

Limite Rauracien - Séquanien :

Les calcaires blancs crayeux, oolithiques et pisolithiques de la base de la série décrite ci-dessus (niveau 1), et habituellement attribués au Rauracien, ont été rangés dans le Séquanien inférieur, pour des raisons pratiques de cartographie.

En effet, le sommet des faciès crayeux se situe à des niveaux très variables de l'échelle stratigraphique suivant la localisation géographique des affleurements :

- Au Sud de Lavans-Quingey ces niveaux de calcaires blancs crayeux sont remplacés latéralement par les calcaires compacts à taches roses de la base du Séquanien.

- Dans la région de Boussières, ce sont les calcaires blancs crayeux (oolithiques, pisolithiques ou compacts) qui se substituent latéralement aux niveaux à taches roses du Séquanien inférieur. Ils présentent alors une ou deux passées coralligènes peu épaisses (1 à 2 m).

Seules deux limites pouvaient donc être considérées avec rigueur comme constantes dans le temps et dans l'espace : la base des faciès blancs crayeux et le sommet des calcaires compacts à taches roses. Or près de Pointvilliers la limite théorique Rauracien - Séquanien se situe à l'intérieur même des niveaux blancs (GIRARDOT A., 1896, p. 295). C'est donc la base des faciès blancs crayeux qui a été prise comme limite cartographique Rauracien - Séquanien. L'erreur maxima par rapport à la limite théorique est de toutes façons inférieure à 10 m, épaisseur normale des faciès crayeux.

Malgré leurs variations d'épaisseur les niveaux crayeux associés aux calcaires compacts à taches roses, constituent un bon niveau repère par leur faciès caractéristique et leur faible épaisseur.

Coupe de la tranchée du chemin de fer, à l'Ouest de Lombard :

Après l'Argovo-Rauracien, la coupe montre les niveaux suivants :

17 - Calcaires blancs, crayeux, finement oolithiques, argileux, en plaquettes irrégulières de 5 cm d'épaisseur..... 4 m
Echantillon F 19

18 - Calcaires blancs pisolithiques, à ciment crayeux très tendre..... 4 m
Les éléments figurés constituent au moins 80 % de la roche, ce sont des éléments détritiques calcaires, arrondis (indice d'arrondi: 0,7 ; indice de sphéricité : 0,3).
Leur diamètre moyen est de 1 mm, le diamètre maximum observé est de 10 mm.
Le classement de ces éléments détritiques est caractérisé par une hétérométrie accentuée.
Echantillon F 20.

19 - Calcaires blancs, crayeux, oolithiques..... 2 m
en plaquettes de 5 à 10 cm d'épaisseur
Oolithes de taille régulière

20 - Calcaires gris, compacts, à grain fin avec momies et taches roses..... 6 m
Bancs massifs, souvent délités en plaquettes
Joints stylolithiques
Echantillon F 22

21 - Calcaires gris, compacts, d'apparence sublithographique..... 4 m
Deux bancs massifs de 2,50 m et 1,50 m d'épaisseur, souvent délités en plaquettes
Echantillon F 23

22 - Alternances calcaires argileux - calcaires compacts..... 9 m
- Calcaires argileux jaunâtres : six bancs de 1,10 m d'épaisseur chacun.
Echantillon F 24
- Calcaires compacts gris, d'apparence sublithographique, avec taches diffuses et traînées brunes et ocres, en plaquettes constituant six bancs de 0,40 m chacun.
Echantillons F 25 à F 30.

23 - Marnes jaunes et bleues, environ..... 10 m

Avec ces marnes séquaniennes se termine la coupe de Lombard.

Fossiles :

- Petits Lamellibranches, très abondants à la surface de plaquettes calcaires,
Echantillon 64
- Astartes
Détermination M. DREYFUSS
Echantillon 81
- Ostrea nana SOWERBY
détermination M. DREYFUSS
Echantillon Z 58

Affleurements :

Les plus importants sont situés à l'Ouest d'une ligne joignant Vorges-les-Pins et Byans-sur-Doubs, au-delà de la faille du Doubs.

Les autres affleurements sont situés : dans le coeur du synclinal de la Fassure, à Lombard, Pessans, dans le Bois de Bourouse, dans le Bois de Buhin et au Sud de Palantine (Combe Belin).

Le sondage NP. 258 a rencontré les niveaux compacts à points roses du Séquanien inférieur de 7,10 m à 29,00 m, avant de se terminer dans les calcaires coralligènes du Rauracien.

Les niveaux marneux du Séquanien moyen donnent dans le paysage une zone de prairies, qui constitue la "Combe séquanienne".

5°) Kimméridgien : J_8

Ses niveaux inférieurs seuls affleurent dans la zone cartographiée et seulement à l'Ouest de Pessans (sur l'Arthe).

La coupe de Pointvillers (GIRARDOT A., 1896, p. 295) montrait, à la suite du Séquanien, les éléments suivants :

- Marne grise, terreuse, avec nombreux fossiles..... 5 m
- Calcaires compacts, gris jaune..... 5 m
- Marne gris jaunâtre, avec fossiles moins nombreux que ci-dessus..... 1 m
- Calcaire gris jaune, désagrégeable, en bancs de 60 cm..... 4 m
- Calcaire compact, jaune brun

A différents niveaux le Kimméridgien présente des passées glauconieuses caractéristiques.

Les marnes de la coupe ci-dessus renfermaient les fossiles suivants (GIRARDOT A., 1896).

- Pterocera oceani BRONGNIART
- Ceromya excentrica VOLTZ.
- Terebratula subsella LEYMERIE
- Natica hemispherica ROEMER
- N. semiglobosa ETALLON
- Thracia incerta THURMANN
- Pleuromya tellina AGASSIZ.
- Homomya hortulana AGASSIZ
- Pholadomya multicostata AGASSIZ
- P. protei BRONGNIART
- Isocardia striata d'ORBIGNY
- Cardium banneianum THURMANN
- Modiola subaequiplicata STROMBECK
- Mytilus jurensis MERIAN
- Hinnites inaequistriatus VOLTZ
- Ostrea pulligera GOLDFUSS
- O. bruntrutana THURMANN
- Pseudosalenia aspera ETALLON

Certains de ces fossiles sont très abondants :

- Ceromya excentrica VOLTZ : échantillon Z 1
- Pterocera oceani BRONGNIART : échantillon 92
- Terebratula subsella LEYMERIE : échantillon Z 59

- Ostrea solitaria(SOWERBY)= pulligera GOLDFUSS (DIENG M., 1959), échantillon Z 61
- Pholadomya protei BRONGNIART
- Thracia

Limite inférieure :

Elle est nette et précise : aux calcaires compacts du Séquanien supérieur font suite les marnes fossilifères du

Kimméridgien inférieur, puis des calcaires jaunâtres, parfois glauconieux, bien caractérisés.

Avec les niveaux calcaréo-marneux du Kimméridgien inférieur se termine la série secondaire de la région de Quingey.

*

* *

II - FORMATIONS SUPERFICIELLES

L'altération physique et chimique des terrains affleurants a entrainé la constitution de diverses formations superficielles, discordantes, généralement peu épaisses et lenticulaires :

- argiles à pisolithes ferrugineux : Siderolithique
- galets siliceux : Pliocène
- Argiles rouges et Argiles à chailles : formations résiduelles plus ou moins remaniées
- Eboulis de pente, consolidés ou non
- Alluvions anciennes siliceuses du Doubs
- Alluvions modernes de la Loue et du Doubs
- Tufs

A - SIDEROLITHIQUE : E

Il est constitué d'argiles rouges ou jaunes, riches en fer, à l'état diffus, ou concentré sous forme de pisolithes ferrugineux (échantillons 71 et C 24).

Le diamètre des pisolithes varie de 1 mm à 8 cm. Ce Sidérolithique est localisé dans des poches ou fentes karstiques, ou bien étalé à la surface des formations géologiques les plus diverses ; le pipe-line Sud-européen en a montré l'existence très fréquente au niveau de l'Argovien, du Bajocien supérieur et même du Lias. En outre, il en existe sur le Rauracien de Lombard et le Séquanien de la lisière occidentale du Bois de Buhin.

Le plus souvent le fond des poches de Siderolithique n'était pas atteint par la tranchée du pipe-line, pourtant profonde de 2 m. Au niveau de l'Argovien ces argiles se montraient toujours beaucoup plus riches en fer, ce qui n'est probablement pas sans être lié à la présence de marnes à oolithes ferrugineuses dans cet étage.

Dans la région de Montbéliard, le Siderolithique a été daté de l'Eocène (FALLOT P., CORROY G., GARDET G., 1933). Dans la région de Quingey il pourrait avoir une origine plus tardive : sa liaison probable avec l'Argovien parait indiquer qu'il s'agit là d'un produit d'altération superficielle analogue aux argiles à chailles donc de formation récente.

B - PLIOCENE : P

Dans le Bois d'Orbège, au Sud-Ouest d'Abbans-dessous, le sol est constitué d'argiles rougeâtres renfermant de nombreux et gros galets siliceux (25 cm de diamètre, échantillon Z 4); quartzites essentiellement et quelques quartz corrodés, qui ont été attribués au Pliocène par analogie avec de semblables accumulations dans des régions voisines où ces formations sont plus importantes (Forêt de Chaux, région d'Osselle...) Dans le Bois d'Orbège ces alluvions anciennes sont situées à 300 m d'altitude, soit à 75 m au-dessus du cours actuel du Doubs.

C - FORMATIONS RESIDUELLES : R

Argiles rouges et Argiles à chailles

Les éléments siliceux,les chailles peuvent se trouver à des degrés d'altération différents :

1°) chailles anguleuses : elles proviennent du remaniement sur place des niveaux à chailles de l'Argovien et elles se trouveraient principalement sur ce qui reste d'une surface d'érosion élaborée au Miocène moyen (Vindobonien) et dite Surface d'Ornans.

2°) Chailles arrondies et remaniées : échantillon Z 53. Elles seraient alors les témoins des circulations pontiennes dont l'érosion remontante détruisait progressivement la surface d'Ornans pour constituer une deuxième surface d'érosion: la Surface de Montrond. C'est sur cette surface de Montrond principalement que se rencontrent les chailles remaniées (DREYFUSS M., GLANGEAUD L., 1950).

Remarque :

L'altération superficielle des niveaux à silex du Bajocien inférieur donne souvent des dépôts semblables aux Argiles à chailles.

Les principaux gisements d'Argiles à Chailles se situent dans les régions de Lombard, du Bois des Chandelottes, de Boussières (Combe de l'Ours, Bely, Peu-dessus), de la vieille Grange, du Bois d'Orbège...

D - EBOULIS DE PENTE : Eb

Les pieds des falaises sont le plus souvent couverts par des Eboulis, essentiellement calcaires, en fragments irréguliers pouvant atteindre plusieurs mètres.

La "groise", éboulis calibrés, est assez fréquente (échantillon Z 54). Ce serait un dépôt périglaciaire quaternaire, de la période de froid sec contemporaine de la fonte des glaciers (DREYFUSS M., THEOBALD N., THIEBAUT J., 1962).

Ces éboulis, calibrés ou non, sont assez souvent cimentés par des dépôts de calcite (région de Chenecey-Buillon notamment).

E - ALLUVIONS

1°) Alluvions anciennes du Doubs : Fx

A l'Est d'Osselle, entre le canal du Rhône au Rhin et la voie de chemin de fer (x = 868,2 ; y = 244,2) le sol montre la présence de nombreux galets siliceux, situés à quelques mètres près, à l'altitude de la plaine alluviale actuelle.

(Echantillon Z 55). Comme le Pliocène de la Forêt de Chaux et du Bois d'Orbège, ces alluvions montrent la présence de quartz corrodés. Elles sont donc susceptibles de correspondre à du Pliocène remanié.

2°) Alluvions modernes du Doubs : F z

Trois sondages E.D.F., les sondages n° 401, 406, 410, ont traversé ces alluvions.

Celles-ci avaient :
- 4,80 m d'épaisseur au sondage 410
- 7,25 m d'épaisseur au sondage 406
- 8,80 m d'épaisseur au sondage 401

L'épaisseur des alluvions croissait donc en s'éloignant du lit du Doubs, "il est probable que ce surcreusement correspond à un ancien passage du lit du Doubs vers la rive gauche de la plaine alluviale". (DREYFUSS M., SIRI J.B.,1961).

La partie supérieure de ces alluvions était essentiellement argileuse, alors que la base était constituée de galets enrobés d'argiles : 4 m d'argiles
3 m de galets dans le sondage 406.

Remarque :

Au Nord de Vorges-les-Pins, les sondages E.D.F. 292, 292 A, 292 B, 292 C ont montré l'existence dans le Bathonien de nombreuses diaclases plus ou moins remplies par des circulations souterraines de sables calcaires assez fins (échantillon Z 62).

3°) Alluvions modernes de la Loue : Fz

Elles ont été traversées par les sondages E.D.F. 1, 2 et 3.

Leur épaisseur était voisine de 4 m :
- 4,50 m au sondage 1
- 4,80 m au sondage 2
- 3,80 m au sondage 3

Là encore leur partie supérieure se montrait argileuse, tandis que la partie inférieure renfermait des galets (échantillon C 10).

A l'ile Oiron, au NE de Lombard, la tranchée du pipeline était creusée dans des marnes bleues oxfordiennes remaniées sur place par les eaux de la Loue et renfermant de nombreuses coquilles de petits Gastéropodes actuels (notamment des Limnées) échantillon A 98.

Des terrasses récentes de la Loue, situées 5 à 10 m au-dessus du cours actuel de la rivière existent :

- aux Forges de Châtillon
- à la Ferme de la Meule où ont été trouvés deux galets de quartzites (8 et 5 cm de diamètre) et deux galets de micaschistes (3 cm de diamètre). La vallée de la Loue, en amont du secteur étudié, contient des gisements de Glaciaire et dans ce Glaciaire on rencontre des galets de micaschistes. Par analogie les 4 galets de la Ferme de la Meule pourraient donc être du Glaciaire remanié. Echantillon Z 56.
- à la Ferme de la Fougère
- au Fougeret (SE de Charnay)
- au Moulin (N de Chenecey-Buillon)
- à Saint-Renobert (SE de Quingey).

F - TUFS : U

Il en existe : aux Touvières, au N de Chenecey-Buillon

à la Fontaine de Chandolle, au N d'Abbans-dessus (échantillon Z 57)

dans les ruisseaux au S de Vorges-les-Pins.

Parmi les formations superficielles, le Pliocène et les Argiles à chailles revêtent une importance particulière par les renseignements qu'elles apportent sur l'évolution morphotectonique de la région.

*
* *

III - CONCLUSIONS

Les quelques 740 mètres de roches qui constituent la série précédente sont donc extrêmement diversifiés. D'autant plus qu'il s'y manifeste des variations de faciès importantes. Par contre, il faut noter la similitude que présentent certains niveaux d'étages différents. De grands ensembles lithologiques peuvent cependant être dégagés de cette série, des niveaux repères soulignés, des niveaux remarquables signalés.

1°) Les variations de faciès :

Les plus importantes sont celles du Rauracien qui présente quatre aspects différents dans les limites du secteur étudié : calcaires argileux, oolithiques, graveleux et coralligènes.

D'autres variations, moins importantes, existent :

- Dans le Bajocien inférieur, où les calcaires sableux gris roux, semblables à ceux de l'Argovien, ont 10 m d'épaisseur près de Chenecey-Buillon, et seulement 0,40 m, à 8 km de là, à Aranthon.

- Dans le Bajocien supérieur où les niveaux à momies du Touillon des Morts montrent à la Croix de Montgardot l'existence de Polypiers roulés, témoins de l'érosion de reliefs sous-marins proches.

2°) Les niveaux semblables :

Certains niveaux présentent entre eux de telles similitudes qu'il devient difficile de les distinguer macroscopiquement, ce sont essentiellement :

- les calcaires gris roux, sableux du Bajocien inférieur et de l'Argovien.

- les calcaires oolithiques et à Entroques du Bajocien inférieur, du Bajocien supérieur et du Callovien

- les calcaires compacts du Bathonien et du Séquanien,

- les calcaires à Polypiers du Bajocien inférieur et du Rauracien.

(Par contre, les calcaires à Polypiers du Bathonien se distinguent assez bien des précédents).

3°) Les grands ensembles lithologiques :

Schématiquement la série stratigraphique de la région de Quingey peut être résumée de la façon suivante :

- Keuper
  Rhétien-Hettangien | argiles : .bariolées, gypsifères et dolomitiques
  .noires, schisteuses et gréseuses : 24 m
- Sinémurien inférieur : calcaires à Gryphées : 10 m
- Sinémurien supérieur
  Charmouthien-Toarcien
  Aalénien inférieur | marnes grises et bleues : 130 m
- Aalénien supérieur | calcaires : 263 m
  . ferrugineux oolithiques : 10 m
  Bajocien inférieur
  . à Entroques et à Polypiers : 90 m
  Bajocien supérieur
  . oolithiques : 63 m
  Bathonien
  . compacts et graveleux : 85 m
  Callovien
  . oolithiques et à Entroques : 15 m
- Oxfordien : marnes bleues : 50 m
- Argovien
  Rauracien
  Séquanien inférieur | calcaires : 100 m
  .grumeleux à points siliceux
  . à Polypiers
  .blancs, crayeux puis compacts
- Séquanien moyen : marnes jaunes et bleues : 45 m
- Séquanien supérieur : calcaires : 35 m
- Kimméridgien : calcaires marneux jaunâtres

- Formations superficielles lenticulaires

4°) Les principaux niveaux repères sont les suivants :

- Dolomie moëllon : toit du Keuper moyen : 9 m
- Calcaires à Gryphées : base du Sinémurien : 10 m
- Schistes bitumineux : base du Toarcien : 10 m
- Calcaires ferrugineux : toit de l'Aalénien : 10 m
- Calcaires à momies : base du Bathonien : 15 m
- Calcaires à Rhynchonelles : toit du Bathonien : 5 m
- Marnes à miches : base de l'Argovien : 8 m
- Calcaires blancs crayeux : base du Séquanien : 10 m

Bien d'autres niveaux caractéristiques (dolomie de deux mètres, calcaire à Belemnites, marnes à Oolithes ferrugineuses...) pourraient servir de niveaux repères en sondages. Mais sur le terrain ces niveaux sont trop peu épais ou trop peu résistants à l'érosion pour être bien visibles.

5°) Les niveaux remarquables :

- Niveaux à Tisoa siphonalis du Charmouthien
- Miches à barytine du Lias de Vorges
- Niveaux à silex du Bajocien inférieur
- Marnes jaunâtres à éléments siliceux en forme de petits galets de 1 cm de diamètre, du Bajocien inférieur
- Niveaux à faciès argovien du Bajocien inférieur
- Niveaux à grosses momies du Bajocien supérieur (diamètre atteignant 4 cm)
- Dans le Bathonien :
  - calcaires oolithiques : 2,5 m
  - calcaires à momies 15,5 m et 4,5 m
  - calcaires à Polypiers : 0,5 m et 6,5 m
  - calcaires à très gros fragments de Crinoïdes (4 cm de diamètre)
  - calcaires ocres vacuolaires
  - lumachelle à Brachiopodes.
- Niveau à Oolithes ferrugineuses de l'Argovien : 0,40 m

- Niveau à très grosses tiges d'Encrines de l'Argovo-Rauracien
- Zone à grosses Terebratules silicifiées du Rauracien

Malgré des variations de faciès importantes et de grandes similitudes entre certains niveaux d'étages différents, l'étude structurale a pu être abordée dans de bonnes conditions grâce à l'existence de niveaux repères précis assez nombreux et au caractère marqué de chacun des étages.

*

* *

DEUXIEME PARTIE

D E S C R I P T I O N S T R U C T U R A L E

----------oOo----------

En fonction des plis et des cassures qui l'affectent, la région de Quingey peut être divisée en trois secteurs :

- Les plateaux d'Ornans et de Montrond, caractérisés par une tectonique à caractère cassant
- Le secteur plissé, faillé et chevauchant du faisceau bisontin
- Le secteur chevauché, constitué par l'anticlinal de la Citadelle et le synclinal des Chandelottes.

Le deuxième secteur est le plus complexe : les plis y sont accusés, les failles souvent chevauchantes.

Il englobe :

A - La zone de Chenecey-Buillon où apparaissent des plis aigus qui prennent parfois une direction Est-Ouest abherrante par rapport aux directions NNE-SSW des accidents tectoniques de cette région

B - Le réseau de failles de Goux-sous-Landet : zone étroite peu plissée, mais hachée de failles, dont certaines délimitent des pincées.

C - L'anticlinal du Landet : pli relativement calme en lui-même, mais qui est bordé à l'Est et à l'Ouest par deux zones très tectonisées, et qui, par places, chevauche vers l'Ouest les unités tectoniques suivantes.

D - La faille de Cessey et ses accidents satellites, le champ de failles de Cessey, l'extrusion de la Picotte : zone accidentée complexe particulièrement importante.

E - La zone tabulaire de Lavans-Quingey

F - La zone des anticlinaux chevauchants : zone de paroxysme tectonique qui groupe :

1 - l'anticlinal de Vorges-les-Pins : pli déversé vers l'Ouest, à flanc inverse réduit.

2 - le synclinal de Montgardot : pli chevauché à l'Est par l'anticlinal de Vorges et chevauchant vers le Nord.

3 - l'anticlinal dhevauchant d'Abbans-dessus, dont l'aspect superficiel est encore compliqué par la présence de lambeaux de décollement.

4 - l'anticlinal de Byans-sur-Doubs : pli déversé, qui constitue vers le Sud, l'amorce d'un pli-faille.

5 - le synclinal à fond plat de la Fassure

6 - l'anticlinal de la Teige.

G - La grande faille du Doubs, qui, entre Vorges-les-Pins et Byans-sur-Doubs, amène la zone des anticlinaux précédents à recouvrir le compartiment nord-ouest. Le chevauchement est visible sur 450 m, mais son amplitude réelle est peut-être considérable. Le rejet de la faille du Doubs atteint 650 m à Vorges.

Le secteur chevauché, tectoniquement assez calme, groupe :

L'anticlinal de la Citadelle et le synclinal des Chandelottes ; unités qui affectent des accidents transversaux, les décrochements :

- d'Abbans-dessous
- du Bois des Planches
- de Pissevieille
- de Bousdières.

I - LES PLATEAUX

A l'Est de la région de Quingey, les plateaux d'Ornans et de Montrond voient brutalement se dresser devant eux une zone de relief dont la bordure est hachée de cassures : le réseau de failles de Goux-sous-Landet, qui constitue la limite occidentale de cette zone.

Au Nord, où des plis aigus naissent vers Chenecey-Buillon, la limite des plateaux se trouve reportée contre la faille de Courcelles.

La tectonique de cette zone de plateaux a un caractère cassant ; trois failles la morcellent :

- la faille de Rouhe : F 1
- la faille de Courcelles : F 2
- la faille des Granges Mathieu : F 3.

Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien, Argovien, Rauracien et Séquanien y sont successivement amenés à l'affleurement, du Nord au Sud, au fur et à mesure que l'altitude du sol s'élève : 281 m au pont de Cheneeey-Buillon
460 m au Sud.

Le pendage des couches est rarement nul, sa valeur la plus fréquente est 5°, son maximum : 10°. Ces pendages sont généralement dirigés vers le Sud.

1°) La faille de Rouhe : F 1

Orientée Nord-Sud, elle s'étend sur 3,5 km. Son rejet est assez faible, il ne dépasse guère 50 m et s'annule au Nord, au niveau de la Loue et vers le Sud. Entre Rouhe et la route D. 101, cette faille est marquée par de multiples miroirs dans le Callovien calcaire, le Bathonien et même dans l'Oxfordien marneux : à quelques mètres au Sud du passage de la faille sous la route D. 101, dans un trou profond de quelques mètres, les couches marneuses de l'Oxfordien, sub-horizontales, très cohérentes, se montrent tranchées net par la faille, en face d'une excavation, résultat de la dissolution par les eaux d'infiltration des calcaires du Callovien.

Ces miroirs ne sont que très rarement verticaux, ils sont à peu près toujours affectés d'un pendage de 60 à 70° vers l'Est ; le compartiment effondré étant le compartiment Ouest, il s'agirait donc d'une faille inverse.

2°) La faille de Courcelles : F 2

Elle traverse la région de Quingey, du Nord au Sud, soit sur plus de 10 km.

Son rejet est faible au Sud : 20 m, mais il augmente vers le Nord : 60 m à Charnay, plus de 150 m à la limite septentrionale de la feuille, aux Combes l'Eveuses.

Le compartiment Est est effondré par rapport au compartiment Ouest.

Des miroirs de cette faille sont visibles au Sud de la route D. 101, leur pendage est de 85° Ouest ; au Nord, le long de la route Chenecey-Buillon - Granges du Sapin, les miroirs ont un pendage de 60° Est : la faille est normale. A ce niveau F 2 met en contact Bajocien et Bathonien, et les bancs du Bajocien se montrent rebroussés par l'accident.

3°) La faille des Granges-Mathieu : F 3

Elle nait au contact de la cassure précédente, au Nord de Charnay et se poursuit jusqu'à la limite Nord de la feuille, sur 3,5 km.

Elle est orientée SSW-NNE.

Son rejet est variable : 60 m au Sud,
20 m au niveau de la route de Chenecey-Buillon,
60 m au Nord.

Le compartiment Ouest est abaissé par rapport au compartiment Est, donc la zone étroite comprise entre les deux failles F 2 et F 3 constitue une lame de Bathonien effondrée dans des formations essentiellement bajociennes : pincée des Granges-Mathieu.

Le secteur des plateaux apparait donc comme une région tectoniquement et morphologiquement calme, seulement affectée d'accidents de style cassant et d'ondulations à large rayon de courbure.

La faille inverse de Rouhe et la pincée des Granges-Mathieu sont les éléments les plus importants de cette zone.

*

* *

II - LE SECTEUR PLISSE, FAILLE ET CHEVAUCHANT DU FAISCEAU BISONTIN

Entre la Grande faille du Doubs à l'Est et la zone des plateaux à l'Ouest, cette région,à tectonique complexe, s'étend sur une largeur moyenne de 6 km et traverse la feuille du Nord au Sud.

A - LA ZONE PLISSEE DE CHENECEY-BUILLON

Au Nord de Chenecey-Buillon la zone des plateaux voit naitre devant elle des plis aigus, géographiquement limités dont certains prennent une direction Est-Ouest abherrante.

Ce sont, du Sud au Nord :

- la flexure de la Vieille-Grange : S 1
- l'anticlinal des Granges-Mathieu : A 1
- le synclinal dissymétrique du Petit Narmont : S 2
- les plissements locaux de la Roche Gauthier : A 2 et S 3.

1°) La flexure de la Vieille-Grange : S 1

500 m à l'Ouest de Chenecey-Buillon, la Vieille-Grange est située au pied même d'une flexure particulièrement nette.

Le relèvement des couches y est brutal : de 0°, le pendage passe à 45°, 65° et même à la verticalité au contact de la faille du Souillet (F 7). Il nait dans le Bathonien puis ramène à la surface le Bajocien supérieur et le Bajocien inférieur.

. Au-delà de la Vieille-Grange, vers le Nord, les couches de SSW-NNE passent à une direction Est-Ouest, leur pendage diminue et contre la faille de Courcelles F 2, où la flexure disparait, le relèvement des couches ne dépasse plus 30°.

. Au Sud, la flexure s'amortit aussi : 30° aux Champs Girard, où de souple, la déformation devient cassante : la flexure de la Vieille-Grange se prolonge par la faille de Goux-sous-Landet : F 4.

Des Champs Girard à la faille de Courcelles, S 1 s'étend sur plus de 8 km.

2°) L'anticlinal des Granges-Mathieu : A 1

C'est un anticlinal aigu, symétrique, orienté Est-Ouest, à faible extension géographique : moins d'un kilomètre entre la faille de Courcelles et le Moulin.

Il est bien visible sur la rive droite de la Loue, le long de la route de Chenecey-Buillon (D. 10), un peu au Nord des Granges-Mathieu. Il affecte alors les couches du Bajocien et ses deux flancs Nord et Sud ont des pendages de même valeur : 30°. La direction des couches y est rigoureusement Est-Ouest.

Mais sur le flanc Nord, en allant vers la faille de Courcelles, les couches reprennent une direction SW-NE (Sur Barbe) puis SSW-NNE (Combes L'Eveuses), direction normale des couches dans la région de Quingey.

De l'autre côté de la Loue, au Moulin, le flanc Sud du pli est seul visible, les pendages y sont un peu plus forts: 35° et la direction des couches est encore Est-Ouest. Plus à l'Ouest, aux ruines du Château-Fort, les couches prennent une direction ENE-WSW puis NE-SW et enfin NNE-SSW.

Le cours de la Loue, en aval de Chenecey-Buillon, subit une brusque déflection vers l'Est, suivant en celà la direction de la flexure de la Vieille-Grange et de l'anticlinal des Granges-Mathieu, anticlinal que la rivière franchit ensuite, perpendiculairement à l'axe du pli.

3°) Le synclinal du Petit Narmont : S 2

Il est peu étendu sur la feuille de Quingey où il ne fait que s'amorcer.

Il est orienté SSW-NNE.

C'est un synclinal dissymétrique.

Au Nord, où les pendages sont forts (75° sur le flanc Est, 25° sur le flanc Ouest) il est à coeur d'Oxfordien et ses flancs ramènent en surface Callovien, Bathonien et Bajocien.

Mais vers le Sud où le pli est moins accentué (pendages : 30° sur le flanc Est, 20° sur le flanc Ouest) il n'affecte que le Bajocien.

4°) Les plissements locaux de la Roche-Gauthier : A 2 et S 3

Le Bajocien du flanc Ouest du synclinal précédent est affecté de deux ondulations localisées à la Roche-Gauthier : un anticlinal A 2 et un synclinal S 3.

L'anticlinal est légèrement dissymétrique (pendages: 20° sur le flanc Est, 30° sur le flanc Ouest), le synclinal lui, a ses deux flancs affectés de pendages de même valeur : 30°.

Visibles le long de la route de Chenecey-Buillon (D. 10) ces plissements ne se poursuivent pas sur plus de quelques 300 mètres. Leur orientation est SSW-NNE.

Coincée entre les plateaux et l'anticlinal chevauchant de Vorges-les-Pins, cette zone plissée de Chenecey-Buillon a subi des actions tectoniques complexes et violentes ainsi qu'en témoignent les plis aigus qui l'accidentent, l'orientation Est-Ouest peu ordinaire de l'anticlinal des Granges-Mathieu et de la flexure de la Vieille-Grange, la forte valeur des pendages.

B - LE RESEAU DE FAILLES DE GOUX-SOUS-LANDET

La région de Goux-sous-Landet, de la Grange de Battant, des Essarts-Lambert, du Souillet, limite vers l'Ouest l'extension des plateaux. Elle est très étroite : 700 m de large au maximum, mais s'étend du Nord au Sud sur 7 km de long, jusqu'aux Champs Girard.

Et, comme vers Chenecey-Buillon, le passage au faisceau bisontin se fait brutalement.

Mais là le style cassant l'a emporté.

Entre les différentes failles, les couches sont en disposition monoclinale, sauf au Sud de Goux-sous-Landet où elles affectent une structure anticlinale entre les deux cassures F 4 et F 5.

Ce réseau comprend les failles :

- de Goux-sous-Landet : F 4
- de la Grange-de-Battant : F 5
- du Bois Chaguelle : F 6
- du Souillet : F 7
- des Echenayes : F 8
- des Essarts-Lambert : F 9.

1°) La Faille de Goux-sous-Landet : F 4

Elle s'étend sur 7 km, de la limite Sud de la carte aux Champs Girard où, d'accident cassant elle devient déformation souple (flexure de la Vieille-Grange).

Nord-Sud, aux Méris, elle reprend, avant même Goux-sous-Landet, l'orientation classique, SSW-NNE, des accidents du faisceau bisontin.

Son rejet moyen est de 70 m, il atteint 100 m au Bois Chaguelle, puis décroit vers le Nord, pour devenir pratiquement nul aux Granges de la Baraque.

Le compartiment Ouest est effondré par rapport au compartiment Est.

Au Sud de Goux, les miroirs de faille observés, d'abord verticaux, accusent ensuite un pendage de 60° vers l'Ouest. Au niveau de Palantine ils sont, au contraire, inclinés vers l'Est (75°) mais à l'Est de la Grange de Battant ils sont, à nouveau, inclinés vers l'Ouest, (70°).

2°) La faille de la Grange de Battant : F 5

De la limite Sud de la feuille à la faille de Goux, F 5 s'étend sur 4,5 km.

Orientée N-S, jusqu'au niveau de Palantine, elle s'infléchit ensuite, brutalement, vers le NNE.

Son rejet est de 160 m au Sud, 120 m au Nord ; le compartiment Est (Jurassique supérieur) est effondré par rapport au Bathonien du compartiment Ouest.

Les miroirs de faille que l'on peut observer sont tous inclinés vers l'Est : 60° au Sud, 65° à Goux, 75 puis 80° au Nord de Goux, 70° à la Grange de Battant : la faille est normale.

F 4 et F 5 délimitent une zone étroite de Jurassique supérieur, effondrée entre les blocs plus calmes situés à l'Est et à l'Ouest, et plissée plus ou moins anarchiquement (Pincée de Goux).

3°) La faille du Bois Chaguelle : F 6

Entre F 4 et F 5 cette faille s'étend sur moins d'un kilomètre. Elle est orientée SW-NE.
Son rejet est voisin de 50 m.

Le Séquanien du compartiment Est, est effondré par rapport au compartiment Ouest (Argovien).

Les miroirs de faille sont inclinés vers l'Ouest, puis au Nord vers l'Est (80° dans les deux cas).

4°) La faille du Souillet : F 7

De F 5 à la limite Nord de la feuille elle s'étend sur 8km. Orientée N-S au niveau de Palantine, elle s'incline ensuite vers le NNE.

Son rejet moyen est de l'ordre de 120 m.

Le compartiment Ouest est abaissé par rapport au compartiment Est.

Au Champ Bregon cette faille se montre très légèrement inclinée vers l'Ouest : 85°.

Au Nord de la Loue F 7 se retrouve, décalée de 300 m vers l'Ouest, peut-être à la faveur d'un décrochement masqué par les alluvions.

5°) La faille des Echenayes : F 8

C'est un accident satellite de la faille précédente. Il la borde à moins de 100 m vers l'Ouest, et s'étend sur 2 km.

Son orientation est identique à celle de F 7 : NNE-SSW.

Il amène l'Oxfordien du compartiment Est au niveau du Bathonien : son rejet est de l'ordre de 50 m.

Cet Oxfordien, compris entre F 7 et F 8 est donc effondré à l'intérieur du Bajocien et du Bathonien (Pincée des Echenayes).

A l'Ouest de la Grange de Battant, F 8 se montre assez franchement inclinée vers l'Est (65°) : F 8 est une faille normale.

6°) La faille des Essarts Lambert : F 9

Elle s'étend sur 5 km du SSW au NNE.

Son rejet maximum, 60 m, est atteint dans sa zone médiane, au Nord et au Sud le rejet s'annule.

Le compartiment Est, est effondré par rapport au compartiment Ouest.

F 7 et F 9 délimitent une zone étroite et linéaire de Bathonien effondrée à l'intérieur du Bajocien (Pincée des Essarts-Lambert).

Le réseau de failles de Goux-sous-Landet constitue une zone très étroite (sa largeur n'excède jamais 700 m) mais qui affecte la feuille étudiée, sur toute sa hauteur.

Elle annonce déjà l'intensité et la complexité des actions tectoniques qui vont se manifester plus à l'Ouest.

C - L'ANTICLINAL DU LANDET : A 3

Au-delà du réseau de failles de Goux-sous-Landet, vers l'Ouest, se dresse la zone de relief des Bois du Landet, du Chauney, de la Loche, et du Faulet ; zone de relief qui correspond à l'anticlinal du Landet.

Son axe est orienté N-S jusqu'au niveau de Cessey, puis il s'infléchit vers le NNE.

Ce pli affecte exclusivement le Jurassique moyen. Sur ses flancs les pendages ne dépassent guère 30°.

Bien marqué depuis le Sud de la feuille jusque dans le Bois de la Loche, il disparait ensuite au niveau de la Loue.

Deux abaissements d'axe affectent cet anticlinal : au niveau de Cessey et à la Grange du Fourneau, plus au Nord.

Le toit du Callovien qui atteignait une altitude de 700 m au Sud, n'est plus qu'à 470 m au niveau de Cessey, il remonte ensuite à 630 m, redescend à 520 m à la Grange du Fourneau, pour remonter finalement à plus de 600 m dans le bois du Faulet.

Pli relativement calme, l'anticlinal du Landet est bordé, à l'Est et à l'Ouest, par deux zones particulièrement affectées par la tectonique : le réseau de failles de Goux-sous-Landet à l'Est, la faille de Cessey à l'Ouest, deux zones qui laissent l'anticlinal du Landet en position structuralement haute et effondrent ses bordures orientale et occidentale;

D - LA FAILLE DE CESSEY ET SES ACCIDENTS SATELLITES

1°) Cette faille de Cessey (F 11) correspond à un accident très important qui, vers le Sud se manifeste jusque dans la région de Salins, et au Nord rejoint la Grande faille du Doubs (F 25) dans la région de Larnod.

Elle est ainsi individualisée sur plus de 25 km.

Dans la région de Salins, elle apparait tantôt sous forme d'un accident chevauchant, tantôt sous forme d'un accident vertical (CAIRE A., 1953).

Il en est de même dans la région de Cessey où des miroirs de faille montrent les pendages suivants :

- 80° E le long de la D. 101
- 57° E sur le chemin Cessey - D. 101
- 90° à l'Ouest de Cessey et à la Grange du Dauphine.

Mais le plus souvent l'inclinaison de la faille n'est pas mesurable.

Elle met en contact le Jurassique moyen de l'anticlinal du Landet, à l'Est, et le Jurassique supérieur à l'Ouest.

Son rejet est de 250 m au Sud et au Nord de la feuille, il se réduit à quelques dizaines de mètres au niveau de Cessey, là où cet accident change de direction, passe d'une orientation N-S à une orientation NNE-SSW, et tandis que nait toute une série d'accidents satellites.

. A l'Est de Cessey apparait ainsi un véritable champ de failles, étroite zone de 3 km de long et de 250 m de large, limitée à l'Est par la faille de Cessey (F 11), à l'Ouest par la faille de la Picotte (F 13), au Nord par une autre faille sub-méridienne : F 16.

Cette zone, ainsi délimitée, peut en première approximation être considérée comme une bande de Jurassique supérieur effondrée sur la bordure Ouest de l'anticlinal du Landet.

F 11, F 13 et F 16 sont plus ou moins inclinées :

- F 11 : 57° Est (au Sud-Est de Cessey)
- F 13 : 65° Est (au NNE de Cessey)
  80° Est (à l'Est de Cessey)
- F 16 : 90° à l'Est de Cessey, mais le tracé de cette faille, plus au Nord, implique qu'elle soit inclinée vers l'Est, ou bien qu'elle se présente sous la forme d'une surface ondulée verticale

F 11 et F 13, tout au moins, apparaissent donc, au niveau du champ de failles de Cessey comme des failles assez inclinées, inverse (F 11) ou normale (F 13).

2°) F 13 se détache de F 11 au Sud de Cessey et la rejoint 3 km plus loin, au Nord du village.
Son rejet maximum est de 80 m.

3°) F 16 se manifeste sur 1 km, elle se détache de F 11 au niveau de Cessey pour rejoindre F 13 plus au Nord. Son rejet est identique à celui de F 13.

A l'intérieur de cette zone effondrée, délimitée par ces trois failles sensiblement parallèles : F 11, F 13 et F 16, apparaissent d'autres complications : un accident sub-vertical: F 15, une faille très inclinée : F 14.

4°) F 14 : l'extrusion de la Picotte : à l'intérieur de la zone effondrée de Cessey, la faille F 14, développée sur moins de 600 m, ramène deux lames écrasées de Jurassique inférieur et moyen, au niveau de l'Oxfordien.

Là où elle met en contact Aalénien calcaire et Oxfordien, son rejet est au moins égal à 260 m.

Son inclinaison est loin d'être verticale : 55° ESE, au Sud de la Picotte, c'est une faille normale.

Dans le paysage la lame de la Picotte donne l'impression d'un paquet chevauchant. Mais, vers l'Est, aucun affleurement d'Aalénien n'est connu sur la carte au 1/80.000e de Besançon, soit sur 16 km ; vers l'Ouest les plus proches affleurements aaléniens sont ceux du champ du Roi, distants de plus

de 2 km ; vers le Nord ils sont à 4 km ; vers le Sud, à 6 km.

Donc la provenance de ces paquets, s'ils étaient issus d'un chevauchement ou d'un glissement, serait difficile à trouver.

Reste donc l'origine profonde, qui s'accorde d'ailleurs mieux avec le fait que F 14 semble être une faille normale.

Un essai d'interprétation de l'origine de cette structure sera donné ultérieurement, en fonction du contexte tectonique de la région.

6°) F 10 : Faille de la Grange du Dauphine

Sa longueur est de 2 km, son orientation N-S, son rejet qui est de 40 m à ses extrémités s'annule au niveau de la route Cessey-Charnay.

Le compartiment Est est effondré au Nord de la route Cessey-Charnay, relevé au Sud. Cette faille ne peut pas être suivie là où, dans le Bajocien supérieur le sens de son rejet s'inverse. Il est donc possible qu'elle soit en réalité composée de deux petites cassures en relai, et à rejets compensateurs.

7°) F 12 : Faille du Bois de Buhin

Elle se détache de la faille de Cessey (F 11) 750 m avant la limite Sud de la feuille de Quingey.

Son orientation est SSW-NNE, son rejet de l'ordre de 50 m.

Elle met en contact l'Argovien, à l'Est avec les niveaux marneux du Séquanien moyen à l'Ouest.

La faille de Cessey apparait donc comme un accident complexe particulièrement important, à grande extension géographique et fort rejet.

L'inclinaison des miroirs de faille observés montrent qu'il s'agit là d'une cassure tantôt verticale, tantôt inclinée. Dans ce cas elle présente alors des caractères de faille inverse, faisant chevaucher l'anticlinal du Landet vers l'Ouest.

L'amplitude de ce chevauchement doit être très faible, au niveau de Cessey, puisque la faille redevient verticale 300 m au Nord du lieu où elle accuse une pente de 57° et que 300 m au Sud elle a un pendage de 80°.

Parmi les nombreux accidents satellites qui la bordent, F 14 est particulièrement importante de par les processus tectoniques qu'elle implique.

E - LA ZONE TABULAIRE DE LAVANS-QUINGEY

Entre le Bois du Landet, à l'Est et la vallée de la Loue, à l'Ouest et au Nord, se développe dans la région de Lavans-Quingey une zone dont l'allure rappelle celle des plateaux, zone cassée, sans structures nettes, où les pendages sont en général de l'ordre de 10°.

Quatre failles accidentent cette zone :

- la faille de la Famine : F 17 et
- son accident satellite : F 18
- la faille du Bois des Routes : F 19
- la faille de Chouzelot : F 20.

En outre, vers l'Est, les couches se relèvent contre la faille de Cessey, conférant ainsi à la zone située entre F 11 et F 17 une structure synclinale peu accentuée.

1°) Le synclinal du Bois de Buhin : S 4

Au Sud de la feuille il affecte, sur 2 km, les niveaux du Jurassique supérieur, Son axe, SSW-NNE, est oblique par rapport à la faille de Cessey.

Sur son flanc Ouest, dans le Rauracien et le Séquanien, les pendages sont de l'ordre de 10 à 15°, sauf au voisinage de la faille de la Famine F 17, où ils peuvent localement atteindre 50°.

Sur le flanc Est, dans l'Argovien, les pendages sont de 20 à 30°.

2°) La faille de la Famine : F 17

Cet accident se manifeste au Sud, jusque dans la région de Salins, où il vient se confondre avec la faille de Cessey : F 11 (FOURNIER E., PIROUTET M., 1922), au Nord il rejoint la faille de Chouzelot : F 20, au Champ du Roi.

Il est ainsi individualisé sur plus de 20 km.

Sa direction, N-S, s'infléchit vers le NNW, au niveau de la Loue, 1 km avant qu'il ne rejoigne F 20.

Son rejet est très important au Nord ; il atteint 400 m au Champ du Roi, il diminue ensuite progressivement vers le Sud : 200 m à la Famine, 100 m à la limite Sud de la feuille.

Le Jurassique supérieur du compartiment Ouest est effondré par rapport au Jurassique moyen et supérieur du compartiment Est.

Dans sa partie Nord, où des miroirs ont pu être observés, cette faille se montre souvent inclinée vers l'Ouest :

70° : 200 m au Sud de la route D. 101, Quingey-Courcelles
75° : entre la route N.P. 83 et la Loue
90° : 200 m au Nord de la route N.P. 83
75° ; 200 m avant sa jonction avec F 20.

Il s'agit donc d'une faille normale.

3°) F 18

Au niveau de la route D. 101, une faille F 18, de faible rejet et à extension géographique très limitée, se détache de F 17. Entre ces deux accidents, distants de 30 m, se trouve, effondrée et broyée, une très étroite lanière de Séquanien moyen, longue de 200 à peine:"pincée du Bois des Routes".

Entre F 17 et la Loue, F 18 s'étend sur 200 m, elle ne se retrouve pas au Nord de la rivière, elle est sensiblement parallèle à F 17.

Mettant en contact, le Séquanien moyen, à l'Est et le Rauracien, à l'Ouest, son rejet est de l'ordre de 20 m.

4°) La faille du Bois des Routes : F 19

Cet accident a une extension géographique faible : 2 km entre la faille de Chouzelot qu'elle rejoint au même niveau que F 17 et le Bois des Routes, où elle s'amortit dans le Séquanien.

Sa direction : SSE - NNW, est sensiblement la même que celle de F 17

Son rejet est faible dans sa partie Sud : 20 m, il augmente vers le Nord où il atteint 80 m.

Le compartiment Est est effondré par rapport au compartiment Ouest.

Dans l'abrupt qui surplombe la route D. 101, cet accident montre un miroir de faille incliné de 70° vers l'Est : F 19 est une faille normale.

5°) La faille de Chouzelot : F 20

Cet accident est l'un des plus importants de la région de Quingey.

Au Sud de la Loue, dans la zone de Lavans-Quingey, il se présente comme une faille normale, inclinée vers l'Est, vers le compartiment effondré.

Son orientation est N-S, son rejet de l'ordre de 70 m. Au niveau de la route D. 101, un de ses miroir accuse un pendage de 55° Est. Cet accident est donc bien loin d'être vertical, et au Nord de la zone tabulaire de Lavans-Quingey, cette inclinaison va lui conférer des caractères d'accident chevauchant dont la complexité ne cessera de croitre vers le Nord, vers Vorges-les-Pins, où la faille de Chouzelot viendra se confondre avec la grande faille du Doubs.

Au pied des anticlinaux chevauchants de Vorges-les-Pins, Abbans-Dessus- et Byans-sur-Doubs, à 2 km à peine de lieux où se sont manifestés les paroxysmes tectoniques, la région de Lavans-Quingey, apparait donc bizarrement comme une zone calme.

F - LA ZONE DES ANTICLINAUX CHEVAUCHANTS

A l'Ouest de la Loue les couches se redressent, se plissent, cassent et se renversent sur le Jurassique supérieur de Vorges-les-Pins, des Chandelottes et de Byans-sur-Doubs. Ce compartiment chevauchant est constitué d'éléments tectoniques complexes : anticlinaux de Vorges, Abbans-dessus, Byans-sur-Doubs, la Teige, synclinaux de Chouzelot, Montgardot, La Fassure.

1°) L'anticlinal de Vorges-les-Pins : A 4

Déversé vers l'Ouest, ce pli chevauche le Séquanien du synclinal des Chandelottes à Vorges et le Jurassique moyen du synclinal de Montgardot plus au Sud.

Son orientation est NNE-SSW.

Au niveau de Vorges, du SE au NW, apparaissent successivement :

- le flanc oriental, normal,
- le noyau triasique,
- le flanc occidental, inverse,
- le Séquanien de l'unité tectonique suivante, sur lequel reposent :
- des paquets de Jurassique moyen sub-vertical.

a) le flanc normal amène successivement à l'affleurement le Jurassique supérieur, le Jurassique moyen et inférieur, puis le Keuper supérieur et moyen.

. Les pendages sont le l'ordre de 30 à 40°. Ils atteignent localement 80°, au Nord de la feuille, le long de la route N.P. 83, et 75° dans le Bois de Chouzelot.

. Au Gros Bois, le plongement des couches, qui était de 50° dans le Sinémurien, tombe à 20° dans le Bajocien inférieur pour revenir à 40° dans le Bathonien. Il se forme ainsi un "genou" peu accusé.

. Aux Arbues, au Nord-Est de Chouzelot, les couches deviennent horizontales puis plonger à nouveau vers l'ESE, au Sud de la Loue où, entre F 17 et F 11, ce flanc oriental de l'anticlinal de Vorges vient constituer le flanc Ouest du synclinal du Bois de Buhin : S 4. Les pendages n'atteignent alors

plus guère que 10 à 15°.

. Ce flanc oriental est donc simple. Il est limité vers l'Est par la faille de Cessey : F 11.

b) Le noyau du pli se situe dans le Keuper moyen de Vorges. Au Sud-Ouest d'Entre-Deux-Bois, le long de l'ancienne Voie romaine, la dolomie moëllon montre l'allure anticlinale des couches : les pendages y sont successivement de 25° Est, 35° Sud, puis de 10° Ouest.

c) le flanc inverse est limité à :

- deux lames de Jurassique inférieur, étirées entre F 20 et F 21a d'une part, F 20 et F 21b, d'autre part.

- un lambeau de Lias écrasé rencontré vers 25 m de profondeur dans le sondage MP 252.

Les deux lames de Jurassique inférieur constituent les seuls témoins du flanc inverse, au Sud de Vorges.

Leur extension géographique est faible : moins de 2 km chacune.

- La lame du Moulin Caillet : elle est nettement renversée: les pendages y sont de l'ordre de 45°. Elle est délimitée par la faille de Chouzelot F 20 et son accident satellite F 21a.

Elle comprend des schistes toarciens à Posidonomya bronni et Harpoceras, des marnes liasiques à Ammonites, et des calcaires sinémuriens à Gryphea arcuata.

Le Sinémurien repose sur les autres éléments et les Gryphées qu'il renferme ont en majorité leur convexité tournée vers le haut, à l'inverse de ce qui s'observe dans des bancs en position normale.

Le renversement atteint 55° dans les schistes du Toarcien, 40° dans le Sinémurien.

Des glissements d'argiles triasiques compliquent localement l'aspect superficiel de cette structure.

La bordure orientale de la lame du Moulin Caillet a été entamée par la tranchée du pipe-line Sud-européen.

- La lame de Montgardot : situé dans une zone de glissements superficiels marneux, ce deuxième témoin du flanc inverse de l'anticlinal de Vorges n'était pas visible en surface ; son existence a été révèlée par la tranchée du pipe-line Sud-européen.

Le Sinémurien y montrait, sur 15 m de tranchée un pendage de 55° Est, inverse (la convexité des coquilles des Gryphées étant tournée vers le haut des bancs).

Sous le Sinémurien, et après une zone déboulis, la tranchée entamait le calcaire à Belemnites du Charmouthien inférieur qui accusait lui aussi un pendage de 55° Est.

Un lambeau de Lias écrasé a été traversé par le sondage MP 252 entre 23 m et 28,60 m. Il était constitué de marnes grises broyées dans lesquelles une Ammonite du Lias a été trouvée.

Situé dans le prolongement de la lame du Moulin Caillet, cet élément correspond vraisemblablement; lui aussi, au flanc inverse de l'anticlinal de Vorges, bien qu'il n'ait pas été possible de déterminer si cet élément était en position normale ou renversée.

d) Des paquets de calcaires du Jurassique moyen, qui reposent sur le Séquanien de l'unité tectonique suivante appartiennent également à l'anticlinal de Vorges. Ils sont situés au Nord de ce village, un peu en dehors de la région cartographiée, au niveau du tracé de la future galerie E.D.F.

Ils forment les crêtes portant les cotes : 356,3 et 355,5 et sont sub-verticaux.

Témoins de la charnière frontale du pli, ils sont à 450 m au Nord-Ouest du sondage MP 252, qui a atteint le flanc inverse du pli vers 25 m de profondeur et le Séquanien du compartiment chevauché à 46 m.

Il y a donc, à ce niveau, chevauchement sur au moins 450 m. C'est cette valeur qui a été portée sur l'esquisse structurale ; en réalité l'amplitude du chevauchement est inconnue.

L'anticlinal de Vorges (A 4) au Sud du village ne chevauche plus le Séquanien du synclinal des Chandelottes, mais une unité tectonique intermédiaire : le synclinal de

Montgardot (S 6) auquel va faire suite, vers l'Ouest, l'anticlinal d'Abbans-dessus qui chevauchera à son tour le synclinal des Chandelottes.

Le chevauchement de A 4 sur S 6 se fait au niveau de la faille de Chouzelot.

e) la faille de Chouzelot : F 20

Cet accident se présentait comme une faille normale dans la zone tabulaire de Lavans-Quingey. Il n'en est plus de même au Nord de la jonction de F 17 à F 20. En effet, dès lors, F 20 apparait comme une faille inverse, inclinée vers l'Est, qui amène les niveaux du Jurassique moyen, du Lias et du Trias de A 4 sur le Bathonien, le Bajocien et l'Aalénien de S 6.

La tranchée du pipe-line Sud-européen a recoupé F 20 au niveau de la croix de Montgardot où la faille de Chouzelot met en contact Trias et Aalénien. Le pendage apparent de l'accident dans la tranchée était de 60° Est.

Le rejet de F 20 varie : 200 m au Champ du Roi
50 m à Madelongue
150 m à la Croix de Montgardot

Vers le Nord, cette faille vient se confondre avec la grande faille du Doubs : F 26.

2°) Le synclinal de Chouzelot : S 5

Au Nord-Est de Chouzelot, entre F 19 et F 20, sur la rive droite de la Loue, existe un synclinal géographiquement très limité ; il couvre moins de 0,2 km2.

Il est orienté NE-SW et affecte les niveaux du Jurassique supérieur.

Il est légèrement dissymétrique : les pendages atteignant 40° au Nord, 55° au Sud.

3°) Le Synclinal de Montgardot : S 6

Chevauché à l'Est par l'anticlinal de Vorges, ce pli est bien marqué de Chouzelot au Moulin Caillet, sur plus de 5 km.

Vers le Nord il chevauche le Séquanien du synclinal des Chandelottes, et est limité par la grande faille du Doubs : F 26.

Vers l'Est il est limité par F 20.

Vers l'Ouest, il est relayé par l'anticlinal d'Abbans dessus : A 5.

Vers le Sud il s'amortit considérablement au niveau de Chouzelot : les pendages sur ses flancs ne dépassent plus ensuite 10 à 15°, alors qu'à la Croix de Vorges et à la Croix de Montgardot, les couches étaient verticales sur son flanc Est et qu'elles atteignaient 45° sur son flanc Ouest.

Tout au Nord, le pli est, à nouveau, moins marqué : les pendages sont de 20° sur les deux flancs. Le noyau est bathonien, les flancs bajociens ou aaléniens.

Au Moulin Caillet, ce synclinal de Montgardot chevauche le Séquanien de S 8, et le tracé du contact, anormal sur la carte, montre que l'ampleur du chevauchement y atteint au moins 300 m.

4°) L'anticlinal d'Abbans-dessus : A 5

Comme l'anticlinal de Vorges, l'anticlinal d'Abbans-dessus est déversé vers l'Ouest, où il chevauche le synclinal des Chandelottes.

L'aspect superficiel de cette structure est encore compliqué par la présence, au voisinage même de l'axe anticlinal, de lambeaux bajociens en position anormale sur les assises toarciennes (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961).

Du NNE vers le SSW, cet anticlinal s'étend sur 5 km.

a) le flanc oriental est normal, il affecte les niveaux du Bajocien, du Jurassique inférieur et les niveaux supérieurs du Keuper. Les pendages y sont de 30 à 40° dans le Bajocien, de 20° dans le Sinémurien.

Vers l'Est, ce flanc est relayé par le synclinal de Montgardot.

b) Le noyau du pli se situe dans le Keuper, aux Champs Parottes.

c) le flanc occidental de l'anticlinal d'Abbans-dessus est très complexe.

Normales dans le Lias et l'Aalénien, à l'Ouest du village (Bas de Vendole), les couches se renversent au Nord d'Abbans, sur le Séquanien de l'unité tectonique suivante, dans le Bois des Chandelottes. Là, de la surface de chevauchement, F 28, se détachent des accidents secondaires, qui viennent encore compliquer la structure de cette zone déversée.

Celle-ci est ainsi délimitée par F 28 et une faille satellite F 29. F 28 et F 29 se raccordent de tous côtés. En outre, un accident transversal, F 30, perpendiculaire à la direction des couches et à F 28, décroche l'ensemble, au niveau de la Fontaine de Chandole.

La zone déversée est ainsi fragmentée en deux lambeaux d'inégale importance.

Le lambeau Sud est le plus étendu. Du Nord-Est au Sud-Ouest il s'étend sur 1 km de long et mesure environ 300 m de large.

Vers l'Est, F 29 le met au contact du noyau triasique de l'anticlinal.

Il comprend de l'Aalénien, du Bajocien et du Bathonien.

L'Aalénien est encore en position normale, mais vers l'Ouest, les niveaux inférieurs du Bajocien se redressent rapidement, deviennent verticaux, puis se renversent.

Le passage de la verticalité au renversement est assez rapide, seuls trois ou quatre bancs, totalisant une épaisseur de 5 m environ, sont verticaux. Ces bancs sont désolidarisés les uns des autres, ils s'écartent, s'ouvrent comme un jeu de cartes posé sur la tranche, donnant naissance à des gouffres tectoniques (joints béants : THIEBAUT J., 1961) de 6 à 8 m de hauteur.

Au niveau de la route D. 107, Boussières - Abbans-Dessus, le renversement des couches atteint 45°. Les assises bajociennes et bathoniennes y sont laminées.

Le lambeau Nord de la zone déversée du Bois des Chandelottes est moins étendu que le lambeau précédent. Du Nord-Est au Sud-Ouest il ne mesure guère que 500 m de long, et ne dépasse pas 120 m de large.

Les couches qui le composent appartiennent au Bajocien et au Bathonien. Elles sont laminées et le renversement atteint 35°.

d) Deux lambeaux bajociens,"au Nord et au Sud du cimetière d'Abbans-dessus, reposent en position normale sur les marnes et les schistes du Toarcien" ainsi que l'on montré les tranchées creusées lors de l'installation d'un réseau de distribution d'eau potable (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961).

. Le lambeau qui constitue le soubassement du village d'Abbans-dessus est assez grand : 1,3 km de long, 100 m de large.

Son orientation est NNE-SSW.

La valeur des pendages varie entre 10 et 35° et leur direction est très variable : Est, Ouest, Nord ou Sud.

. Au Sud du cimetière, à moins de 100 m du premier, existe un deuxième lambeau bajocien, de dimensions plus réduites : 450 m de long, 100 m de large.

Ces deux lambeaux sont constitués de niveaux appartenant à la base du Bajocien inférieur.

Leur origine semble bien être liée à des glissements en masse de copeaux détachés de la falaise bajocienne qui borde, vers l'Est, la dépression liasique d'Abbans-dessus : "il semble y avoir eu un décollement de l'ensemble des calcaires du Jurassique moyen. Ces derniers se décollant de leur soubassement marneux, ont glissé en direction Ouest ou Nord-Ouest notamment.

Rappelons que de tels décollements sont bien connus dans le faisceau bisontin". (BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., 1961).

5°) La faille de Quingey : F 22

De la vallée de la Loue à la grande faille du Doubs (F 28), cet accident s'étend sur 2,5 km.

Son orientation est Nord-Sud, son rejet qui est de 150 m au Sud, diminue ensuite vers le Nord, pour s'annuler pratiquement au niveau de F 28.

Le compartiment Ouest est effondré par rapport au compartiment Est. Au niveau du cimetière de Quingey, cette faille est marquée par d'importants miroirs inclinés à 55° vers l'Ouest. Il s'agit donc d'une faille normale.

Elle sépare l'anticlinal d'Abbans-dessus du flanc oriental de l'anticlinal de Byans-sur-Doubs.

6°) L'anticlinal de Byans-sur-Doubs : A 6

Là encore, il s'agit d'un pli complexe, déversé vers le Nord-Ouest sur le Séquanien, au niveau de la grande faille du Doubs : F 28. Il s'ennoie vers le Sud, au niveau de Lombard.

Sa longueur est de 5 km, sa direction : NNE-SSW.

Cinq failles le morcellent, les failles de :

- Lombard : F 23
- Byans : F 24
- la Petite Chau : F 25
- du Grand Bois : F 26
- des Essarts : F 27.

a) le flanc oriental est normal, il affecte des niveaux allant du Sinémurien à l'Argovien.

Les pendages, d'abord faibles, augmentent brusquement dans le Bathonien, pour s'amortir finalement dans le Jurassique supérieur : . 15° dans le Sinémurien
. 5 à 20° dans le Bajocien inférieur
. 30° dans le Bajocien supérieur
. 45 à 65° dans le Callovien
. 15, 5 puis 0° dans l'Argovien.

La faille de Lombard, F 23, affecte ce flanc sur 2 km. La direction de cet accident est Nord-Sud.

Son rejet ne dépasse guère 50 m, il diminue vers le Nord où la faille disparait.

Le compartiment Ouest est effondré par rapport au compartiment Est.

Au niveau de la tranchée du pipe-line Sud-européen, cette faille mettait en contact les niveaux marneux du Séquanien moyen et les calcaires argoviens. Elle était matérialisée par une zone broyée de 5 m d'épaisseur.

b) Le noyau de l'anticlinal de Byans se situe dans le Sinémurien, il est affecté par une cassure à faible rejet :

La faille de Byans : F 24. De la grande faille du Doubs au Grand Bois, cet accident s'étend sur environ 4 km. Sa direction est NNE-SSW, son rejet inférieur à 50 m.

Le compartiment Ouest est effondré par rapport au compartiment Est. F 24 est relayée vers le Sud par :

La faille de la Petite Chau : F 25, qui, du Grand Bois à la limite Sud de la feuille, s'étend sur 1 Km.

Sa direction est Nord-Sud, son rejet de l'ordre de 30 m.

Le compartiment Est est effondré par rapport au compartiment Ouest. Au niveau du réservoir d'eau de Lombard cet accident est matérialisé par des miroirs de faille subverticaux: 85° Est. Dans la tranchée du pipe-line Sud-Européen, F 25 mettait en contact les niveaux marneux du Séquanien moyen et les calcaires argoviens, comme F 23. Elle était marquée par une zone broyée de 6 m d'épaisseur.

F 24 et F 25 constituent deux cassures en relai et à rejets compensateurs.

c) le flanc occidental de l'anticlinal de Byans est renversé au Nord sur le Séquanien de la Boichaille, et au Sud sur le Séquanien du synclinal de la Fassure. Au Nord de Byans la zone renversée atteint 750 m de long et 100 m de large.

Elle affecte les niveaux du Bajocien inférieur, dans lesquels les pendages varient de 55 à 70° Est. Au Sud du village de Byans les couches se redressent et reprennent un plongement normal vers l'Est.

Elles redeviennent verticales 3 km plus au Sud, dans le Grand Bois, et se renversent au niveau de l'Argovien. Le long de la route Lombard-Fourg les couches, renversées, ont des pendages de 80° dans l'Argovien, 60° dans le Séquanien.

Les niveaux de l'Argovien, du Rauracien, du Séquanien inférieur sont alors plus ou moins laminés, mais aucune faille véritable n'apparait.

L'anticlinal de Byans constitue donc, dans sa partie Sud, un pli à flanc inverse étiré. Les processus tectoniques qui lui ont donné naissance, ont amorcé dans cette région de la Fassure, la formation d'un pli-faille.

Dans ses parties occidentales et méridionales, l'anticlinal de Byans est affecté par deux cassures :

- Les failles du Grand Bois et des Essarts : F 26 et F 27, accidents en relai, dont les rejets sont opposés et qui sont plus ou moins en prolongement l'un de l'autre.

La faille du Grand Bois : F 26 s'étend sur plus de 2 km, jusqu'à la limite sud de la feuille, au-delà de laquelle elle se prolonge. Sa direction est Nord-Sud.

Comme F 24, elle est oblique par rapport à l'axe de l'anticlinal de Byans qu'elle morcelle.

Le rejet de F 26 est de 300 m dans sa moitié Sud, il diminue vers le Nord et s'annule dans le Grand Bois.

Le compartiment oriental est effondré par rapport au compartiment occidental.

Dans sa partie Sud cet accident est matérialisé par d'importants miroirs de faille, miroirs qui plongent vers l'Est de 70, 62,60 puis 80°. F 26 est donc une faille inclinée normale

La faille des Essarts : F 27, elle, s'étend, sur environ 1,5 km. Sa direction est NNE-SSW.

Vers le Nord, elle vient rejoindre la faille du Doubs, un peu avant Byans.

Son rejet est faible, de l'ordre de 30 m.

Le compartiment Ouest est effondré par rapport au compartiment Est; 150 m avant sa jonction avec F 28, la faille des Essarts est marquée par un miroir sub-vertical : 80° Est.

Il y a une grande analogie entre F 26 - F 27 d'une part, F 24 - F 25 d'autre part : il s'agit de deux couples d'accidents en relai et à rejets compensateurs, dont les caractères sont très voisins : orientation, extension géographique, sens et valeur des rejets, inclinaison des miroirs.

De plus, ces deux couples de failles jouent des rôles identiques dans le morcellement de l'anticlinal de Byans, anticlinal qui apparait, dans sa partie Sud, comme l'amorce d'un pli-faille.

7°) Le synclinal de la Fassure : S 7

Ce pli se développe, dans la région étudiée, sur plus de 3 km de long, du NNE au SSW et atteint 1 km de large, à la Fassure;

Au -delà de la route Lombard-Fourg, limite de la zone cartographiée, son extension latérale devient encore plus importante, tandis que sa direction axiale passe de NNE-SSW à Nord-Sud.

Vers l'Est, ce pli est relayé par l'anticlinal de Byans dont la partie Sud est déversée sur le synclinal.

Vers l'Ouest, il passe à l'anticlinal de la Teige : A 7.

. Les deux flancs de ce synclinal ont de forts pendages : le flanc oriental, d'abord renversé (60°) se redresse, passe à la verticale au niveau du point coté 361 et redevient normal 400 m plus au Nord ; aux Essarts le synclinal s'ennoie : pendages 15° Nord.

Le flanc occidental, normal, accuse lui-aussi de forts pendages :

- 65° dans le Séquanien inférieur de la ligne SNCF Besançon-Mouchard, au niveau de la Fassure
- 60° dans le talus de la route Lombard-Fourg,
- 45° dans le Grand Bois
- 15° : 500 m au Sud des Essarts.

. Le noyau du synclinal se situe dans le Séquanien, dont les niveaux restent horizontaux assez loin, de part et d'autre de l'axe : le synclinal de la Fassure est un "synclinal à fond plat".

8°) L'anticlinal de la Teige : A 7

Il relaie, vers l'Ouest, le synclinal de la Fassure. La zone cartographiée n'intéresse que la terminaison périclinale Nord de ce pli.

De Vorges à la Fassure, les éléments tectoniques ci-dessus constituent une zone violemment plissée, déversée et chevauchante vers l'Ouest.

Les directions des plis et des cassures de ce compartiment chevauchant sont obliques par rapport à la trace superficielle du contact anormal, le long duquel s'effectue le recouvrement. Tandis que dans le compartiment chevauchant les directions sont Nord-Sud puis NNE-SSW, le contact anormal est lui orienté du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

G - LA GRANDE FAILLE DU DOUBS : F 28

Elle constitue entre Vorges et Byans l'accident qui fait chevaucher les anticlinaux précédents sur les unités tectoniques suivantes.

Cette faille du Doubs est un accident majeur du faisceau bisontin (BERTRAND M., feuille de Besançon au 1/80.000e, 1re édition). Elle est connue sur plus de 50 km.

Au Nord elle se termine dans la région de Baume-les-Dames, à Hyèvre-Paroisse, où elle vient buter contre une faille méridienne. Au Sud, "èlle se poursuit jusque sous la couverture pliocène de la Forêt de Chaux qui cache probablement son prolongement" (GLANGEAUD L., MATTAUER M., 1957).

Elle traverse la région de Quingey du NE au SW, de Vorges-les-Pins à Byans-sur-Doubs, sur plus de 8 km. Son rejet, dans cette région, est variable. Il atteint :

- 650 m à Vorges où F 28 met en contact Keuper moyen et Séquanien moyen.
- 400 m au Moulin Caillet, à Pissevieille et au Bas de Vendole (contact Aalénien-Séquanien)
- 150 m à Byans-sur-Doubs : contact Bathonien-Séquanien.

Ce rejet diminue encore vers le Sud :

- 100 m à Fourg : contact Bathonien-Rauracien
- 50 m en bordure de la Forêt de Chaux : contact Oxfordien-Rauracien (FOURNIER E., PIROUTET M.,1922).

Au Nord, dans la région de Baume-les-Dames, le rejet de la faille du Doubs est toujours inférieur à 200 m (SEGUIN J.C., - 1962).

Le compartiment Nord-Ouest est toujours effondré par rapport au compartiment Sud-Est.

De Vorges à Byans, à l'intérieur des limites de la zone cartographiée, le compartiment Sud-Est vient recouvrir le compartiment Nord-Ouest et la faille du Doubs apparait alors comme un accident chevauchant.

Ce caractère est particulièrement net au Moulin Caillet, où le tracé de F 28 montre qu'il s'agit d'une faille presque horizontale, et que l'ampleur du chevauchement est au moins de 300 m. Dans le talus de la route Vorges-Boussières, le contact anormal Aalénien-Séquanien moyen montre un pendage de 15° Est, vers l'Aalénien : la faille est bien inverse.

Vers le Sud, F 28 est décrochée à trois reprises :

- par les failles de Pissevieille et de Boussières : F 33 et F 34, failles qui affectent essentiellement le compartiment chevauché.

. par l'accident de la Fontaine de Chandole, F 30, qui affecte surtout le flanc occidental chevauchant de l'anticlinal d'Abbans-dessus.

Dans les trois cas, l'ampleur du décrochement est de l'ordre de 200 m.

A Vorges, la faille du Doubs est rejointe par la faille de Chouzelot : F 20 et plus au Nord, dans la région de Larnod, par la faille de Cessey : F 11.

Les failles chevauchantes, les trois accidents majeurs de la région de Quingey, sont donc issus d'une seule et même faille.

Au niveau de la faille du Doubs, les anticlinaux de Vorges-les-Pins, Abbans-dessus et Byans-sur-Doubs, sont donc déversés vers l'Ouest.

L'ampleur réelle du chevauchement n'est pas déterminable par observations de surface. Le dégagement par l'érosion de faibles parties du substratum chevauché permet seulement de voir le recouvrement sur 450 m à Vorges et 300 m au Moulin Caillet. Mais ces chiffres pourraient bien être en-dessous de la vérité : ce que l'on voit n'étant peut-être qu'une faible partie du chevauchement.

*

* *

III - LE COMPARTIMENT CHEVAUCHE

A l'Ouest de la faille du Doubs, le Jurassique supérieur du compartiment chevauché constitue une zone tectoniquement calme, prolongement vers l'Est de l'anticlinal de la Citadelle.

La tranquillité des couches est cependant perturbée au niveau d'accidents transversaux et dans le Bois des Chandelottes, où le Jurassique supérieur se redresse sous le contact anormal, donnant ainsi naissance à un synclinal dissymétrique, le synclinal des Chandelottes.

A - LE SYNCLINAL DES CHANDELOTTES : S 8

Ce pli n'est visible, en surface, que sur une distance de 1 km, entre le décrochement de la Fontaine de Chandole, F 30, et la faille de Pisseveille, F 33.

Son axe est parallèle à la trace superficielle du contact anormal : son orientation est NE-SW.

Ce synclinal est dissymétrique : les pendages sur le flanc occidental ne dépassent pas 15°, alors qu'ils atteignent 75° sur le flanc oriental.

Le coeur du synclinal se situe dans le Séquanien moyen, les flancs ramènent successivement en surface le Séquanien inférieur, le Rauracien, l'Argovien, l'Oxfordien.

Au-delà de F 30, d'une part, de F 33, d'autre part, le flanc oriental du synclinal disparait sous le compartiment chevauchant où il est vraisemblable que le pli se poursuit, bien qu'au Moulin Caillet, où la topographie permet de voir le substratum du chevauchement sur une largeur de 300 m, le flanc oriental du synclinal n'apparaisse pas.

B - LES ACCIDENTS TRANSVERSAUX

Au nombre de quatre, ces failles découpent le compartiment chevauché sans modifier beaucoup sa structure.

Ce sont essentiellement des failles à rejet horizontal, des décrochements :

décrochements . d'Abbans-dessous : F 31
. du Bois des Planches : F 32
. de Pissevieille : F 33
. de Boussières : F 34.

1°) Le décrochement d'Abbans-dessous : F 31

Sa direction est Nord-Sud, son rejet horizontal atteint 600 m. Le compartiment oriental est poussé vers le Nord, par rapport au compartiment occidental.

Vers le Sud F 31 vient rejoindre la faille du Doubs. Vers le Nord, le décrochement se prolonge au-delà de la vallée du Doubs, dans le GrandBois.

Il affecte ainsi la zone cartographiée sur plus de 2 km.

2°) Le décrochement du Bois des Planches : F 32

Sa direction est SSE-NNW, son rejet horizontal atteint 600 m. Le compartiment occidental est déplacé vers le Nord, par rapport au compartiment oriental, si bien que, entre F 31 et F 32, la zone d'Abbans-dessous apparait comme un bloc poussé de 600 m vers le Nord, par rapport aux zones adjacentes.

F 32 et F 31 convergent vers le Nord. Au niveau de la limite de la zone cartographiée ces deux accidents isolent une lame d'Oxfordien large de 150 m entre le Bathonien à l'Ouest et le Bajocien supérieur, à l'Est.

F 32 affecte la zone cartographiée sur 1,6 km.

A l'Est d'Abbans-dessous, le décrochement du Bois des Planches est matérialisé par une zone broyé et par un miroir de faille présentant des stries horizontales bien marquées témoins du déplacement latéral des Blocs (x = 868,950 ; y = 243,100).

3°) Le décrochement de Pissevieille : F 33

Sa direction est Nord-Sud, son extension géographique faible : 1,2 km. Le compartiment oriental est poussé vers le Nord par rapport au compartiment occidental.

Vers le Nord F 33 vient se terminer contre le décrochement de Boussières : F 34.

Vers le Sud, à Pissevieille, F 33, décrochement du compartiment chevauché, vient affecter le compartiment chevauchant, dont il déporte le front vers le Nord de 200 m.

4°) Le décrochement de Boussières : F 34

Sa direction est SSE-NNW, son rejet horizontal faible: 200 m. Le compartiment occidental est rejeté vers le Nord par rapport au compartiment oriental, si bien que la zone située entre F 33 et F 34 apparait comme un bloc poussé de 200 m vers le Nord.

F 34, comme F 33, est essentiellement un accident du compartiment chevauché ; mais lui aussi vient affecter la bordure Ouest du compartiment chevauchant et décrocher le plan de chevauchement, qui, entre F 33 et F 34, est ainsi déporté de 200 m vers le NNW.

L'extension géographique du décrochement de Boussières est assez importante : sur la feuille de Quingey, il s'étend sur 2 km, mais il se prolonge au-delà de la limite Nord de cette feuille, et le long de la D. 104 : Boussières - Torpes il est matérialisé par une importante zone broyée.

A l'Ouest de la faille chevauchante du Doubs, le Jurassique supérieur du compartiment chevauché porte donc lui-aussi la marque d'efforts tangentiels importants : quatre décrochements, sur une distance de 3 km, délimitent deux blocs poussés vers le Nord, l'un de 600 m, l'autre de 200 m.

A Abbans-dessous, les décrochements n'affectent pas le compartiment chevauchant, au contraire, à Boussières, les accidents transversaux se poursuivent au-delà du plan de chevauchement qu'ils décrochent.

Entre ces deux blocs poussés vers le Nord, le synclinal des Chandelottes relève brutalement les couches sous la surface de chevauchement.

Partout ailleurs, le Jurassique supérieur constitue un monoclinal tranquille, faiblement incliné vers le Sud-Est. Mais, vers le Nord-Ouest, après l'Oxfordien, les couches se redressent brutalement, au niveau de Boussières se relève ainsi le flanc oriental de l'anticlinal de la Citadelle.

C - L'ANTICLINAL DE LA CITADELLE

Au niveau de Boussières donc, les couches bathoniennes amorcent brutalement la relevée orientale d'un pli bien connu à Besançon sous le nom d'anticlinal de la Citadelle.

Seuls quelques km2 du flanc oriental de ce pli sont compris à l'intérieur du périmètre cartographié.

Le décrochement de Boussières, F 34, divise ce flanc en deux zones : une zone Est et une zone Ouest.

1°) Dans la zone Est : le relèvement des couches bathoniennes se fait avant Boussières, où de 5° dans l'Argovien, le pendage passe à 70° dans la Bathonien pour retomber à 10° au niveau de Boussières. Ce relèvement est précédé de deux accidents longitudinaux :

Les failles du Bois de Chau : F 35 et F 36

Ces deux cassures ont une extension géographique limitée, 1,5 km sur la feuille de Quingey, et un faible rejet : 80 m au maximum peur F 35, 50 m pour F 36.

Chacune d'elles effondre le compartiment Est par rapport au compartiment Ouest.

Elles sont géographiquement très voisines l'une de l'autre puisque distantes de 50 m à peine. Elles isolent une lame d'Oxfordien entre l'Argovo-Rauracien à l'Est et le Bathonien à l'Ouest.

Elles se rejoignent 300 m avant de venir buter contre le décrochement de Boussières, F 34, au-delà duquel elles ne se prolongent pas.

2°) A l'Ouest du décrochement de Boussières le relèvement des couches se produit au niveau même du village, soit avec un décalage de 200 m vers le Nord, par rapport à l'autre côté du décrochement. Ce décalage correspond bien au rejet longitudinal de cet accident au niveau de la faille du Doubs.

Là aussi le relèvement des couches est brutal : à 250 m de l'Argovien horizontal le Bathonien plonge à 80° vers le SSE. Mais les pendages diminuent ensuite rapidement et ne sont plus que de 25° aux papeteries de Torpes.

Le flanc oriental de l'anticlinal de la Citadelle, relevé brutalement au niveau de Boussières, se prolonge, avec un plongement très faible des couches, vers l'Est et c'est sur ses niveaux que la faille du Doubs amène les plis chevauchants de Vorges, Montgardot, Abbans-dessus et Byans-sur-Doubs.

*

* *

IV - CONCLUSIONS

Au cours de cette description structurale, certains plis, certains accidents sont apparus comme particulièrement importants, ce sont :

- la faille chevauchante du Doubs qui, à Vorges, a un rejet vertical de 650 m et un pendage de 15° Est.
- les anticlinaux de Vorges, Abbans-dessus, Byans-sur-Doubs, déversés vers l'Ouest
- le pli-faille qu'amorce à la Fassure l'anticlinal de Byans
- l'extrusion de Cessey, qui ramène dans les marnes oxfordiennes une lame de Jurassique inférieur et moyen
- les failles inverses de Cessey et Chouzelot
- le synclinal de Montgardot, chevauchant vers l'Ouest, chevauché vers l'Est
- la flexure de la Vieille Grange et l'anticlinal des Granges Mathieu dont les axes, E-W, sont perpendiculaires aux directions tectoniques habituelles de cette région.

En outre, vers l'Est, cinq pincées ont été reconnues, tandis que vers l'Ouest, les décrochements prédominent.

*

* *

*

TROISIEME PARTIE

E V O L U T I O N M O R P H O T E C T O N I Q U E

----------oOo----------

I - LE JURA PENDANT LE TERTIAIRE

Les différentes phases tectoniques qui ont donné au Jura sa physionomie actuelle ont été identifiées et datées dans le Jura Alsacien et dans le Faisceau helvétique, grâce à la présence de dépôts crétacés et tertiaires. Entre ces différentes phases, les traces de deux cycles d'érosion ont été relevées.

L'histoire morphotectonique du Jura pendant le Tertiaire peut donc être résumée ainsi (DREYFUSS M., THEOBALD N., THIEBAUT J., 1962) :

1°) A l'Oligocène une phase cassante engendre les failles principales et amorce certains plis.

Le Jura se sépare de la Bresse par une grande faille bordière dont le rejet est de l'ordre de 1.500 m (LIENHARDT G., 1962).

2°) En fonction du niveau de base constitué par la mer qui, pendant la première moitié du Miocène, occupe à l'Est le Faisceau helvétique et la plaine suisse, se développe une surface d'érosion dont les témoins sont aujourd'hui constitués par les plateaux d'Ornans, Levier, Nozeroy et Champagnole.

3°) Intervient alors une phase de plissement "ante-pontienne", qui n'affecte pas tout le Jura, mais certains faisceaux seulement.

4°) Pendant le fin du Miocène, une seconde surface d'érosion se développe, en contrebas de la première, qu'elle détruit partiellement.

Cette surface correspond aux plateaux actuels de Montrond et de Lons-le-Saunier.

5°) Une troisième phase tectonique, pontienne, fait glisser l'ensemble de la couverture sédimentaire du Jura vers l'Ouest comme l'ont montré les forages réalisés dans la région de Lons-le-Saunier (LIENHARDT G., 1962), déforme les plis existants, forme les reliefs actuels, rend certaines failles chevauchantes.

*

* *

II - EVOLUTION MORPHOTECTONIQUE DE LA REGION DE QUINGEY

Les traces des deux surfaces d'érosion miocènes sont bien visibles dans le secteur des plateaux.

Sur la surface d'Ornans se trouvent des chailles anguleuses, résultat du remaniement sur place des niveaux de l'Argovien. Tandis que sur la Surface de Montrond, les chailles que l'on rencontre sont arrondies et remaniées (DREYFUSS M., GLANGEAUD L., 1950).

Ces deux surfaces sont donc bien individualisées dans la partie Est de la région étudiée, dans le secteur des plateaux. Mais, plus à l'Ouest, on retrouve leur limite dans deux zones :

- au Sud de Cessey, entre F 11 et F 17
- à l'Ouest de la faille de Chouzelot, F 20, dans les régions de Lavans-Quingey, et de Lombard, jusqu'à la faille du Grand Bois, F 26.

Entre ces trois zones, puis à l'Ouest de F 26, la limite morphologique de ces deux surfaces n'est plus visible.

1°) Dans la zone des plateaux, la Surface d'Ornans, au Sud, a une altitude moyenne de 450 m (Bois des Troubleaux, Bois de la Rappe, Champs Parroux, Combe Belin, Les Méris). En contrebas de la Surface d'Ornans, la Surface de Montrond, est située au Nord d'une ligne Rouhe - Courcelles - Palantine. Elle est à une altitude d'environ 380 m.

Le raccordement, entre ces deux surfaces, se fait par un talus à forte pente et présentant une dénivellation de 50 à 60 m.

Les failles de Rouhe, F 1, et de Courcelles, F 2, ne perturbent morphologiquement ni les surfaces d'érosion, ni leur talus de raccordement.

Ces deux accidents sont donc antérieurs à l'élaboration des surfaces, donc oligocènes et ils n'ont pas rejoué à la faveur des phases ultérieures.

La phase pontienne a pu cependant courber légèrement le plan de la faille F 1 pour lui donner un aspect superficiel, de faille inverse.

2°) Le réseau de failles de Goux, l'anticlinal du Landet et le Champ de failles de Cessey, constituent une région dans laquelle on ne distingue ni les deux surfaces d'érosion, ni leur talus de raccordement.

Ces unités tectoniques ont donc, pour le moins, rejoué après l'élaboration des surfaces, donc lors de la phase de plissement pontienne.

3°) Au Sud de Cessey, les surfaces réapparaissent entre F 13 et F 17 ; du Sud-Ouest au Nord, le talus de raccordement est visible sur près de 2 km.

Il s'arrête net contre F 17, accident au-delà duquel les surfaces ne sont plus visibles.

F 13 et F 17 ont donc rejoué au Pontien. En ce qui concerne F 13, le compartiment Ouest, entre F 13 et F 17, étant resté stable, il faut que ce soit le compartiment Est qui se soit élevé, argument en faveur de l'existence d'une extrusion à la Picote.

Toujours au Sud de Cessey, le synclinal du Bois de Buhin, S 4, a son axe parallèle à la direction du talus de raccordement des deux surfaces d'érosion miocènes. En outre, le flanc oriental de ce pli a nettement déformé la surface d'Ornans. S 4 semble donc être postérieur à l'élaboration de la surface d'Ornans, mais antérieur à la surface de Montrond, pour avoir pu déterminer par sa morphologie la direction du talus de raccordement.

Le synclinal du Bois de Buhin serait donc dû à la phase de plissement anté -pontienne.

4°) Dans le Bois de Bourouse, entre F 17 et F 20, ni le talus, ni les surfaces ne sont visibles.
F 17 et F 20 ont donc rejoué lors de la phase pontienne.

5°) Dans la région de Lavans-Quingey et de Lombard, le talus de raccordement entre les deux surfaces réapparait et demeure visible jusqu'à la faille du Grand Bois, F 26, sauf bien sûr, dans la vallée de la Loue.

Il passe au Sud de Malpas, puis au niveau de Lavans-Quingey, de la Chau et de la Petite Chau.

Cette région est donc restée stable depuis l'élaboration de la Surface d'Ornans.

- En particulier, les failles de Lombard, F 23, et de la Petite Chau, F 25, qui ne perturbent morphologiquement ni les surfaces d'érosion, ni leur talus de raccordement, sont oligocènes et n'ont pas rejoué à la faveur des phases ultérieures.

- Au Sud de Lavans-Quingey, le synclinal de Montgardot, S 6, semble être affecté par les érosions miocènes. Ce pli aurait donc été amorcé dès la phase Oligocène. Mais vers le Nord, le pli devient beaucoup plus accentué et toute trace des surfaces disparait : la phase pontienne demeure donc bien la phase principale de la formation de S 6.

- Au niveau de Lombard, la terminaison de l'anticlinal de Byans déforme les surfaces et leur limite. Celles-ci demeurent cependant visibles.

III - EVOLUTION DE QUELQUES UNITES TECTONIQUES REMARQUABLES :

- l'extrusion de la Picotte
- la faille de Chouzelot
- le secteur de la faille chevauchante du Doubs
- les plis de Chenecey-Buillon

A - L'EXTRUSION DE LA PICOTTE

1°) Dans une première phase, qui peut être oligocène, la faille de Cessey se forme. Cette grande cassure est bordée à l'Ouest par une petite faille satellite : F 13.

Chacun de ces deux accidents effondre son compartiment Ouest par rapport à son compartiment Est : en coupe la limite entre les séries calcaires du Jurassique moyen et supérieur, et les séries marneuses et argileuses du Jurassique inférieur et du Trias apparait en marches d'escalier, la plus basse étant à l'Ouest, la plus haute à l'Est.

2°) Dans une deuxième phase, qui peut être la phase pontienne, des efforts tangentiels se manifestent, les failles s'inclinent, prennent leur pendage Est ; tandis que, poussée vers l'Ouest, la série marneuse comprise entre F 11 et F 13, butte contre la marche calcaire du compartiment Ouest de F 13, compartiment rigide, qui résiste.

F 13 étant affectée d'un pendage Est, les marnes tendent à monter le long de ce plan incliné calcaire, elles poussent au-dessus d'elles l'étroite lame comprise entre F 11 et F 13.

Sous la poussée, ce paquet rigide monte, se brise, se plisse. En surface la lame de la Picotte émerge, l'Aalénien arrive au niveau des marnes oxfordiennes.

Cependant la montée du Lias a provoqué alentour un fluage des marnes du Jurassique inférieur et des argiles triasiques, leur épaisseur a décru tout autour de la Picotte ; au-dessus d'elles, les couches calcaires, plus rigides, cassent ; en surface, des effondrements compensateurs (F 15 - F 16) viennent border l'extrusion. Le champ de failles de Cessey est formé.

L'étude morphologique apporte un autre argument à cette interprétation. Elle a montré que c'est le compartiment Est de F 13 qui s'est élevé et non pas le compartiment Ouest qui s'est effondré : la région située à l'Ouest de F 13, c'est à dire au Sud de Cessey fait en effet partie des zones restées stables après les érosions miocènes, les deux surfaces d'Ornans et de Montrond y sont bien visibles, leur talus de raccordement non déformé. Les failles de Cessey ayant rejoué après l'élaboration de ces surfaces, il faut bien admettre la montée du compartiment Est de F 13 par rapport à un compartiment Ouest resté stable.

B - LA FAILLE DE CHOUZELOT : F 20

Cet accident se présente comme une faille normale dans la zone de Lavans-Quingey, puis au Nord de la jonction de F 17 à F 20, il devient brusquement faille inverse.

Or partout F 20 présente une même inclinaison vers l'Est. Cette variation brusque de nature ne peut donc qu'être apparente.

En réalité, la faille de Chouzelot est tout au long de son parcours une faille de chevauchement, une faille inverse. Si elle apparait comme normale dans sa partie Sud, c'est que F 17 a ultérieurement effondré le compartiment oriental de F 20, l'amenant un peu en-dessous du compartiment occidental.

L'étude morphotectonique a, en effet, montré que le compartiment Ouest de F 20, comme le compartiment Est de F 17, étaient restés stables après les érosions miocènes.

L'inclinaison de F 20, datant vraisemblablement du Pontien, il faut que pendant cette troisième phase tectonique, F 17 ait effondré la région comprise entre F 17 et F 20, amenant ainsi le compartiment Est de F 20 plus bas que le compartiment Ouest ; ce qui conférait à F 20 un aspect de faille normale dans sa partie Sud.

C - LE SECTEUR DE LA FAILLE CHEVAUCHANTE DU DOUBS.

L'ampleur du rejet de la faille du Doubs, F 28, 650 m à Vorges, place celle-ci parmi les accidents majeurs du Jura, accidents dont l'origine remonte à l'Oligocène.

Actuellement, à l'Est de ce contact anormal, les plis que F 28 fait chevaucher vers l'Ouest, montrent des axes nettement obliques par rapport à la trace superficielle de la faille.

A l'Ouest de F 28, entre deux couples de décrochements, le synclinal des Chandelottes relève les couches sous la surface de chevauchement.

Pour se constituer, la structure actuellement visible de ce secteur a donc nécessité l'intervention de différentes phases tectoniques :

1°) Oligocène : F 28 se forme. Son rejet et son extension géographique sont importants.

L'effondrement du compartiment occidental de F 28 provoque d'autres cassures : des accidents N - S à NNW-SSE, locaux, apparaissent : F 22 - F 31 - F 32 - F 33 - F 34. Leur rejet est faible.

2°) Miocène : le premier cycle d'érosion détruit les dénivellations topographiques engendrées par les failles précédentes. Intervient alors la phase de plissement anté-pontienne qui donne naissance à des plis peu marqués, à l'Est de F 28.

Les axes de ces plis sont obliques par rapport à la faille du Doubs.

Le second cycle d'érosion miocène attaque les reliefs qui viennent de naitre. Mais assez rapidement se manifeste la poussée tangentielle pontienne, dirigée du Sud-Est vers le Nord-Ouest :

- les failles normales à la poussée, s'inclinent, les plis qui les bordent à l'Est s'accusent puis s'avancent vers l'Ouest, viennent chevaucher les compartiments occidentaux des failles, des cassures apparaissent sur les flancs qui se renversent.

- les accidents oligocènes N-S et NNW-SSE, presque parallèles à la poussée pontienne, jouent aux horizontalement et deviennent décrochements.

Zones de moindre résistance, les blocs étroits délimités par F 31 et F 32 d'une part, F 33 et F 34 d'autre part, sont poussés vers le Nord, sous la pression du chevauchement.

Entre ces deux blocs, le compartiment chevauché résiste, les assises de son bord oriental sont redressées et constituent le synclinal des Chandelottes.

Cette évolution correspond donc assez bien à la théorie de la formation de la "faille-pli" de L. GLANGEAUD.

Il y a cependant une exception : à la Fassure, l'anticlinal de Byans se présente sous la forme d'un pli dégersé, à flanc inverse étiré, premier stade d'évolution d'un pli-faille.

D - LES PLIS DE CHENECEY-BUILLON

Dans la zone de Chenecey-Buillon, la flexure de la Vieille-Grange et l'anticlinal des Granges-Mathieu présentent des axes Est-Ouest perpendiculaires aux directions tectoniques habituelles, de la région de Quingey.

De telles variations brutales et abherrantes de directions existent en quelques autres points du Jura.

En particulier G. PROTCHE (1962) en signalait dans la région de l'Hopital-du-Gros-Bois - St Juan et expliquait leur présence par l'existence, au niveau de ces anomalies de zones localisées s'opposant au glissement pontien de la couverture : relief du socle ou solidarisation de cette couverture à son substratum par manque local de Trias.

IV - LA PHASE PONTIENNE

DEpuis que des sondages profonds ont révélé que, près de Lons-le-Saunier, le Jura était charrié vers l'Ouest sur le Tertiaire bressan, le glissement en masse du Jura au Pontien semble établi.

Ces sondages ont montré que, sur un front de 25 km, le charriage atteignait 7 km (LIENHARDT G., 1962).

Avant ces sondages trois hypothèses différentes étaient avancées pour expliquer la phase orogénique pontienne du Jura (GLANGEAUD L., 1949) :

1°) Une force extérieure pousse la couverture du Jura vers l'Ouest. Celle-ci se déplace sur un socle plan, immobile, qui n'intervient pas dans le mouvement, ni dans l'orogénèse qui en résulte.

2°) Le socle, découpé par des failles en quelques compartiments subit une déformation générale, qui se traduit par une inclinaison plus ou moins variable d'un compartiment à l'autre.

C'est sur cette surface cassée, présentant des pentes plus ou moins fortes, que s'effectue le glissement de la couverture sédimentaire du Jura au Pontien.

3°) Le socle est comprimé ; au-dessus de lui, la couverture, pour s'adapter à cette diminution de surface se plisse et se casse.

Les sondages de Lons-le-Saunier ont éliminé la troisième hypothèse en montrant que, dans leur zone d'implantation, le socle était parfaitement calme ; mais ils n'ont pu trancher entre les deux premières : socle plan ou socle compartimenté.

L'une et l'autre de ces deux hypothèses peut d'ailleurs s'accorder avec l'allure générale du Jura, avec l'existence de plateaux que séparent des faisceaux de plis souvent étroits.

Cette hétérogénéité du style tectonique superficiel traduit le fait que les efforts tangentiels pontiens ont été ressentis d'une façon très dissemblable par les différentes unités du Jura. Ces efforts ayant probablement été eux-mêmes homogènes à l'origine, il faut admettre une hétérogénéité dans leurs applications locales, au niveau du plan de glissement du Jura sur le socle.

Dès lors, les deux hypothèses formulées ci-dessus réapparaissent :

1°) le socle est plan, mais il y a hétérogénéité au mur de la couverture sédimentaire, c'est à dire, dans le Trias, agent lubrifiant du glissement.

Le Trias argileux et salifère pourrait, en effet, avoir été localement absent ou réduit dès le début du glissement. Cette réduction pouvant être ou bien stratigraphique, ou bien due à une tectonique antérieure.

Elle pourrait également résulter du glissement lui-même et ne s'être ainsi réalisée qu'au cours du mouvement et peut-être même vers la fin.

Elle aurait alors provoqué des à-coups dans le glissement, à-coups localisés, qui se seraient traduits dans la couverture par la formation des faisceaux.

Cette hypothèse de la suppression locale du Trias argileux et salifère a déjà été formulée dans d'autres régions du Jura externe, pour expliquer l'hétérogénéité des structures superficielles et en particulier les variations brutales dans les directions axiales des plis et des cassures (PROTCHE G., 1962, SEGUIN J.C., 1962).

2°) La deuxième hypothèse suppose un socle découpé en quelques compartiments par des failles.

Celles-ci créeraient, au toit du socle, des falaises, qui, au Pontien, ou bien s'opposeraient au glissement de la couverture, ou bien le faciliteraient, suivant l'orientation de leur regard.

Considérons une falaise à regard Est ; elle va s'opposer au glissement pontien, et déterminer, quand la poussée tangentielle se manifestera, deux compartiments dans la couverture, un compartiment Ouest qui pourra glisser et un compartiment Est qui va être retenu contre la falaise.

A l'arrière du compartiment Ouest, une zone de distension mécanique apparait, d'où des fractures et des effondrements linéaires.

Par contre, à l'avant du compartiment Est, qui subi la poussée vers l'Ouest, apparait une zone de compression. Des plis s'amorcent, tandis qu'au contact du socle et toujours sous l'influence de la même poussée, le Lias marneux, le Trias argileux et salifère fluent, viennent s'accumuler contre la falaise, jusqu'à provoquer le débordement du barrage : la falaise est alors franchie, le compartiment retenu déferle vers l'Ouest, vient buter contre le compartiment précédent qu'il chevauche plus ou moins.

D'où les effets suivants :

- Les failles N-S rejouent horizontalement et deviennent décrochements
- les effondrements de la zone de distension ci-dessus sont resserrés et deviennent pincées
- les failles NE-SW sont inclinés vers l'Est, à leur contact des chevauchements locaux se produisent.

Enfin, quelques zones hautes, localisées, du socle, freinent le glissement. A leur niveau les axes tectoniques sont rebroussés vers l'Est et deviennent abherrants par rapport à la direction générale.

IV - CONCLUSIONS

Quelle que soit la cause qui lui ait donné naissance, la phase pontienne est donc responsable de l'allure actuelle des accidents et des plis de la région de Quingey, à l'exception des failles F 1, F 2, F 23, F 25, des synclinaux de Montgardot et du Bois de Buhin.

Cette phase n'exclut d'ailleurs pas, bien sûr, des influences antérieures, en particulier en ce qui concerne les failles, qui, pour la majorité d'entre elles sont sans doute nées à l'Oligocène, âge qui est certain pour F 1, F 2, F 23, F 25, comme le montrent les surfaces d'érosion miocènes.

Les effets de la phase de plissement anté-pontienne sont moins évidents que ceux des deux autres phases, tout au moins dans la région de Quingey. Le synclinal du Bois de Buhin semble cependant devoir lui être attribué.

C O N C L U S I O N S G E N E R A L E S

------oOo------

Du Trias supérieur au Kimméridgien, la sédimentation marine s'est effectuée normalement dans la région de Quingey.

Lagunaire au Trias, essentiellement marneuse au Jurassique inférieur, elle devait devenir calcaire et de type épicontinental au Jurassique moyen et supérieur.

Au Bajocien inférieur et au Rauracien, des récifs coralliens s'étaient développés, entrainant, dans ces étages, des variations de faciès importantes et rapides, aussi bien horizontalement que verticalement.

C'est la couverture sédimentaire, constituée au cours de cette grande période calme, que l'orogénèse tertiaire va bouleverser, pour lui donner sa structure actuelle.

*

* * *

*

B I B L I O G R A P H I E

------oOo------

AUBERT D. - 1958 - Sur l'existence d'une ride de plissement Oligocène dans le Jura Vaudois. Nouveaux mélanges géologiques. Ex. Bull. Soc. Neuchateloise des Sc. Nat. Tome 81.

- - 1959 - Le décrochement de Pontarlier et l'Orogénèse du Jura. Mém. Soc. Vaudoise Sc. Nat. vol. 12, fasc. 4.

BEAUVAIS L. - 1961 - Etude des formations typiques du "Rauracien" de la région de l'ancienne Rauracie (Suisse). Ex. C.R. Sé. Ac. Sc., t. 252, p. 2265-2267, séance du 10 avril.

BELOUSSOF V.V. - 1959 - Les divers types de plissements et leurs mode de formation. Rev. Géo. Physi. Géol. Dyna. vol. II, fasc. 2, p. 97-112. Masson et Cie edit.

BERNARD F., BIENNER F., ETIENNE J., GABRIEL O., GLINTZBOECKEL Ch., GUBLER Y., GOTTIS M., LOUIS M., REYRE D., TEMPERE Cl. -1961 - Essai de nomenclature des roches sédimentaires. Chambre syndicale du Pétrole et du Gaz naturel. 78 p. Editions Technip. Paris.

BERTRAND M. - 1883 - Failles courbes dans le Jura et bassins d'affaissement. Bull. Soc. Géol. Fr. (3), t.XII, p. 452-462.

BONTE A. - 1943 - Le rôle du sel dans la Tectonique du Jura. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., p. 34-35.

- - 1944 - Sur la limite du Rauracien et du Séquanien aux environs de Besançon. C.R. Som. Soc. Géol. Fr., p. 165.

BOURGEAT - 1903 - De l'influence des rides hercyniennes sur le Jura. Ann. Soc. Sc. Bruxelles, XXVIII, 2e partie, p. 1-12.

BOURQUIN J., FAURE P., THEOBALD N., - 1961 - Le Lias supérieur à Abbans-dessus. Observations sur la structure géologique de la région. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série. Géologie, fasc. 15.

BOYER G. - 1885 - Sur la provenance et la dispersion de galets silicatés et quartzeux dans l'intérieur et sur le pourtour des Monts-Jura. Mém. Soc. Emmul. Doubs, p. 414-448.

BOYER G., GIRARDOT A. - 1891 - Etude sur le Quaternaire dans le Jura bisontin. Mém. Soc. Emmi. Doubs, p. 345

BULLE J., ROLLET M. - 1960 - Remarques sur la Combe séquanienne dans la région de Besançon. Ann. Sc. Univ. Besançon 2e série, fasc. 13.

BUXTORF A. - 1907 - Geologische Beschreibung des Weissensteintunnel und seiner Umgebung. Mat. carte géol. suisse, N.S., 21

- - 1916 - Theoretische Profile zur Erklärung der Tektonik des Grendhenbergs. Entworfen Dez. 1915 Verhandl. Naturforsche Gesellschaft. Basel. XXVII.

CAIRE A. - 1953 - Remarques sur les accidents tectoniques majeurs de la région salinoise (Jura.). Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, nº 57, p. III.

- - 1954 - Comparaison entre les faisceaux salinois et bisontin. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, nº 58, p.169

- - 1956 - Relations entre les plans de faille et les surfaces axiales des plis, dans les faisceaux du Jura externe. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, nº 60, p. 10.

- - 1957 - Surfaces d'érosion et versants calcaires du Jura central. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie. fasc. 5 et 6, p. 35.

- - 1958 - Evolution morphologique du Jura (période antépontienne). Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, nº61,P.11

- - 1959 - Disharmonies et décollements dans le Jurassique du faisceau salinois (Jura). Bull. Soc. Géol. France (7). I, 8, p. 817.

CAIRE A. - 1959-1960 - Remarques sur la tectonique de couverture et les grands accidents transversaux du Jura occidental. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 62, fasc.1, p. 19.

- - 1960-1963 - Evolution paléographique et structurale des domaines méditerranéens et alpins d'Europe. in livre à la mémoire du Professeur P. Fallot, t.II, p. 105-158.

CAQUINEAU X. - 1962 - Le Grand canal du Rhône au Rhin. Etude géologique des principaux ouvrages entre Bourggne (Territoire de Belfort) et Saint Symphorien-sur-Saône (Côte d'Or). Thèse de 3e Cycle, 197 pages. Besançon.

CAREY F., LAURENT A. - 1903 - Observations nouvelles sur le Bathonien inférieur des Prés-de-Vaux. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs.

CAUTRU J.P. - 1963 - Contribution à l'étude géologique du faisceau bisontin et de ses abords sur la feuille de Vercel. 85 pages. Thèse de 3e Cycle. Besançon.

CHABOD G. - 1927 - Les plateaux du Jura central. Thèse publi. Fac. Lettres Univ. Strasbourg, fasc. 41.

CHAUVE P. - 1959 - Bibliographie géologique du Jura français. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2 e série, Géologie, fasc. 9, 16 pages.

DAMIDOT L., DREYFUSS M. - 1957 - Observations hydrologiques et morphologiques aux environs de Gennes (Doubs). Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, fasc. 7, p.49-54

DANGEARD L. - 1935 - Les pisolithes à Girvanelles dans le Jurassique de Normandie. Bull. Soc. Géol. France, 5e série, t. V, p. 263.

DARMOIS-THEOBALD M. - 1961 - La vallée du Doubs et ses abords de Vaire à Clerval. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie, fasc. 14.

DEPRAT - 1900 - Rôle tectonique du Massif de la Serre. Bull. Soc. Géol. France, t. XXVIII, p. 801.

DERRUAU M. - 1962 - Précis de géomorphologie, Editions Masson, 3e édition.

DEWILDE G. - 1960 - Recherches sur la faune du Callovien du Jura de Franche-Comté. D.E.S. Fac. Sc. Besançon 78 pages, 5 pl.

DIENG M. - 1959 - Révision de la faune du Kimméridgien inférieur des environs de Besançon. D.E.S. Besançon.

DREYFUSS M. - 1933 - Les schistes bitumineux du Toarcien de Franche-Comté. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs. N°43.

- - 1937 - Marnes et marno-calcaires de l'Oolithe franc-comtoise. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 48, p. 51-82.

- - 1949 - Quelques observations géologiques et morphologiques aux environs de Mamirolle. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 53, p. 25-31.

- - 1950 - Remarques sur l'Argovien du Jura. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 54, p. 33-41.

- - 1953 - Représentation de la sédimentation du Jurassique supérieur en fonction du temps. C.R. Sé. Ac. Sc., t. 236, p. 301-309.

- - 1954 - Le Jura dans les mers du Jurassique supérieur. Mém. Soc. Géol. France, n.s., t.XXXIII, fasc. 1, n° 69.

- - 1956 - Circulation sous-cutanée et glissements actifs, agents d'érosion des combes marneuses du Jura bisontin. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie, fasc. 4.

- - 1959-1960 - Etudes géologiques dans la région de Hautepierre. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 62, fasc. 2, p. 33-34.

- - 1960 a - Présence d'un minerai de fer d'âge Argovien à Goux-sous-Landet près Quingey (Doubs) Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 62, fasc. 4.

- - 1960 b - Caractères généraux et histoire géologique du Jura. Bull. de l'Union des Naturalistes de l'Enseignement Public, n° 2.

DREYFUSS M., GLANGEAUD L. - 1950 - La vallée du Doubs et l'évolution morphotectonique de la région bisontine. Ann. Sc. Univ. Besançon, t. V.

DREYFUSS M., PAILLOT-BAUDERE M.G. - 1949 - Observations sur l'écaille du Bois de Peu. Ann. Sc. Franche-Comté (4), Géologie, p. 17-25.

DREYFUSS M., SIRI J.B. - 1961 - Etudes géologiques concernant la chute de Vorges. Rapport inédit destiné à l'E.D.F., Faculté des Sciences, Besançon.

DREYFUSS M., THEOBALD N., THIEBAUT J. - 1962 - Vue d'ensemble sur le Jura franc-comtois et la retombée méridionale des Vosges. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie, fasc. 16.

FALLOT P., CORROY G., GARDET G. - 1933 - Feuille de Montbéliard au 1/80.000e, 2e édition.

FAURE P. - 1961 - Recherches sur la Paléontologie et la stratigraphie de gisements fossilifères du Lias supérieur D.E.S. Faculté des Sciences de Besançon, 198 pages 5 pl.

FINATON Ch. - 1934 - Les minerais de fer oolithiques et le passage du Toarcien au Mediojurassique en Franche-Comté. Bull. Soc. Géol. Fr. (5) IV.

FOURNIER E. - 1901 - Etude sur la tectonique du Jura franc-comtois. Bull. Soc. Géol. France. 4e série, t. I. n° 2, p. 97-112.

- - 1902 - Recherches spéléologiques dans la chaine du Jura, 4e campagne. Spelunca, n° 29, 45 pages. Paris.

- - 1904 - Nouvelles études sur la tectonique du Jura franc-comtois. Bull. Soc. Géol. France, 4e série, t. IV, fasc. 4, p. 497-512.

- - 1906 - Les grands charriages horizontaux et le rôle de l'hypothèse en tectonique. Feuille des Jeunes Naturalistes, IVe série, n° 426.

- - 1919 - Gouffres, grottes, cours d'eau souterrains, résurgences, exurgences et sources du département du Doubs. 303 pages. Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon.

FOURNIER E. - 1923 - Grottes et rivières souterraines, 185 pages La Solidarité, Imprimerie Coopérative ouvrière, Besançon.

- - 1924 - La recherche et le captage des Eaux potables en Franche-Comté. 118 pages. Ed. Faivre-Vernay, Pontarlier.

- - 1926 - Les eaux souterraines. Sources, résurgences, exurgences et nappes aquifères, 217 pages. Imprimerie de l'Est, Besançon.

- - 1928 - Phénomènes d'érosion et de corrosion spéciaux aux terrains calcaires.
- Applications scientifiques et pratiques de la spéléologie et de l'hydrologie souterraine. 350 pages. Imprimerie de l'Est. Besançon.

FOURNIER E., PIROUTET M. - 1922 - Carte géologique de la France au 1/80.000e, Feuille de Besançon, 2e édition.

FRANCOIS S., LEHMANN J.P., MAYNC W. - 1958 - Sur un niveau à Pseudocyclammines dans le Séquanien du Jura français. C.R. Som. Soc. Géol. France, n° 11, p. 252.

GEZE B. - 1962 - Distinction d'un type de nappes à enracinement frontal : les refoulements. C.R. Somm. Soc. Géol. France, Fasc. 2, p. 38-42.

GIRARDOT A. - 1896 - Le système oolithique. Librairie des Sc. Nat. (comptoir géol.) 414 pages.

- - 1922 - Géologie stratigraphique de la Franche-comté septentrionale, 240 pages. Librairie Centrale Marion Frères et Soeurs, Besançon.

GLANGEAUD L. - 1943 - Gravimétrie, tectonique fine et structure profonde de la bordure externe du Jura. C.R. Acad. Sc. t. 216. p. 671-674.

- - 1945 - Le rôle des failles dans la structure du Jura externe. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 51. p. 17-37.

- - 1947 - Le rôle du socle dans la tectonique du Jura. Bull. Soc. Géol. Belg. t. 73. p. 57.

GLANGEAUD L. - 1948 - Théories nouvelles sur la formation du Jura. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 51, p. 17.

- - 1948 - Les nouvelles théories sur la formation du Jura. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 52, p. 5-15.

- - 1949 - Les caractères structuraux du Jura. Bull. Soc. Géol. France, 5e série, t. XIX, p. 669-688.

- - 1949 - Evolution morphotectonique du Jura septentrional pendant le Miocène et le Pliocène. C.R. Ac. Sc., t. 229, p. 720-729.

- - 1951 - Les problèmes du Jura. Bull. Soc. Géol. France, 6e série, t. I, p. 765.

- - 1953 - Tectonique comparée des nappes de glissement dans le Jura bressan et diverses régions méditerranéennes. Bull. Soc. Géol. France, 6e série, t. III, p. 697.

GLANGEAUD L., MATTAUER M. - 1957 - A propos des chevauchements du faisceau bisontin. Ann. Sc. Univ. Besançon. Géologie, fasc. 5 et 6, page 83.

GOGUEL J. - 1952 - Traité de tectonique. Ed. Masson et Cie, Paris.

HENRY M.J. - 1876 - L'Infralias dans la Franche-Comté. Thèse, Besançon. Ex: Mém. Soc. Emmul. Doubs, 4e série, 10e volume.

- - 1880 - Le Bathonien supérieur des environs de Besançon. Mém. Soc. Emmul. Doubs, p. 196-216.

JOURDY E. - 1911 - Sur la tectonique du Jura. Bull. Soc. Géol. France, t. XI, fasc. 9, p. 519.

LEHMANN J.P. - 1958 - Exercice de lever géologique du certificat de Géologie Appliquée. Inédit, Fac. Sc. Besançon.

LIENHARDT G. - 1962 - Géologie du Bassin houiller stéphanien du Jura et de ses morts-terrains. Thèse. Mém. B.R.G.M., n° 9, Editions Technip, Paris.

LUGEON M. - 1941 - Une hypothèse sur l'origine du Jura. Bull. Labo. Géol. Lausanne, n° 73.

MARGERIE E. (de) - 1922 - Le Jura. 1re partie. Bibliographie sommaire du Jura français et suisse. Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France, 641 pages. Imprimerie Nationale, Paris.

- - 1926 - Le Jura. 2e partie. Commentaire de la carte structurale. Idem. 1542 pages.

MATTAUER M. - 1955 - Quelques précisions sur l'évolution morphotectonique du faisceau bisontin. Ann. Sc. Uni-Besançon, 2e série, fasc. 3, p. 31-36.

MERLE A. - 1905 - Les gites minéraux et métallifères et les eaux minérales du département du Doubs. Thèse Univ. Besançon.

MICHEL P., APPERT G., LAVIGNE J., LEFAVRAIS A., BONTE A., LIENHARDT G., RICOUR J. - 1953 - Le contact Jura-Bresse dans la région de Lons-le-Saunier. Bull. Soc. Géol. France, 6e série, tIII, p. 593-611.

MUSSILLON C. - 1962 - Etude géologique de la région de Syam (Jura). 111 pages. Thèse 3e cycle, Besançon.

OGERIEN (Fr.) - 1865 - Histoire Naturelle du Jura et des départements voisins. V.Masson et fils. Paris.

PIDANCET J. - 1848 - Note sur quelques uns des phénomènes que présentent les failles du Jura. Mém. Soc. Emmul. Doubs. Vol. 3, t. II, p. 1-24.

PROTCHE G. - 1962 - Etude géologique de la région de l'Hopital-du -Gros-Bois - St Juan (Doubs). 114 pages, Thèse de 3e Cycle, Besançon.

RENARD B. - 1957 - Etude géologique de la région entre Sainte Vit et la faille du Doubs. D.E.S. Fac. Sc. Besançon.

SCHNEEGANS D. - 1932 - Sur l'âge des failles du Jura alsacien. C.R. Soc. Géol. France, p. 24-26.

- - 1933 - Note sur la tectonique du Jura alsacien Bull.Serv. Carte Géol. d'Alsace Lorraine. T. 2, fasc. 1, p. 51-74.

SCHNEEGANS D., THEOBALD N. - 1934 - Carte géologique de la France au 1/50.000e-Ferrette.

- - - 1948 - Observations nouvelles sur le chevauchement frontal du Jura alsacien. Bull. Soc. Géol. France, 5e série, t. XVIII, p. 89-95.

SEGUIN J.C. - 1962 - Contribution à l'étude géologique de la région de Baume-les-Dames (Doubs). 91 pages. Thèse de 3e Cycle, Besançon.

THEOBALD N. - 1957 a - Variations de faciès du Bathonien du Jura franc-comtois entre Belfort et Besançon. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 61, p.15-26.

- 1957 b - Documents nouveaux sur l'extension des différentes zones à Ammonites d'âge Callovien dans le Jura septentrional. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie, fasc. 7, p. 22-40.

THEOBALD N., BOURQUIN J. - 1957 - Récentes découvertes d'Ammonites dans le Bajocien du Jura franc-comtois. Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, n° 61, p. 27-57.

THEOBALD N., DUC M. - 1959 - Les couches à Coeloceras crassum PHILLIPS du Jura Franc-comtois. Ann. Sc. Univ. Besançon, 2e série, Géologie, fasc. 9, p. 34-41.

THEOBALD N., GAMA A. - 1959 - Stratigraphie. 385 pages. Edit. G. Doin et Cie, Paris.

THIEBAUT J. - 1961 - Cours d'hydrologie professé au Centre de 3e Cycle de Géologie cartographique et géotechnique de Besançon. Inédit.

THURMANN J. - 1853 - Résumé des lois orographiques générales du système des Monts Jura pour servir de prodrome à son nouvel ouvrage. Actes Soc. Helv. Sc. Nat. Porrentruy Bull. Scc. Géol. France, 2e série, t. XI, 1953-54, p. 41-50.

TOURNIER - 1958 - Exercice de lever géologique du certificat de Géologie Appliquée. Inédit. Fac. Sc. Besançon.

VEZIAN A. - 1872 - Le Jura franc-comtois. Etudes géologiques sur le Jura considéré principalement comme faisant partie d'une formation géogénique. Mém. Soc. Emmul. Doubs, 4e série, VII, p. 193-416.

VEZIAN A. - 1873 - Structure inférieure et configuration générale du Jura. Mém. Soc. Emmul. Doubs, 4e série, VIII, p. 325-524.

WEGMANN E. - 1961 - Anatomie comparée des hypothèses sur les plissements de couverture (Le Jura plissé). Bull. of the géol. Inst. University Uppsala, vol. XI, p. 169-182.

- - 1963 - Le Jura plissé dans la perspective des études sur le comportement des socles. In Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot, t. II, p. 99-104.

*

* * *

*

INDEX DES LIEUX CITES

-----oOo-----

D'après la carte topographique au 1/25.000e, édition de 1957. (Coordonnées Lambert arrondies à l'hectomètre).

	x	y
Abbans-dessous	868,3	243,2
Abbans-dessus	869,0	242,0
Aranthon	866,8	245,4
Aux Arbues	871,0	240,7
Bas de Vendole	868,5	242,1
Boichaille (La)	867,6	241,8
Bois de Blâme	869,8	244,1
Bois de Bourouse	870,5	238,2
Bois de Buhin	871,3	237,0
Bois de Buillon	875,3	241,5
Bois Chaguelle	873,0	238,5
Bois des Chandelottes	869,5	243,4
Bois de Chau	871,1	245,9
Bois du Chaunay	872,5	241,5
Bois de Chouzelot	870,9	242,2
Bois du Faulet	873,6	244,4
Bois de l'Hermine	875,6	243,0
Bois du Landet	872,0	238,0
Bois de la Loche	873,3	243,8
Bois d'Orbège	867,5	242,4
Bois des Planches	868,5	243,5
Bois de la Rappe	875,0	236,9
Bois des Routes	870,5	239,5
Bois les Troubleaux	875,0	236,5
Boussières	870,3	245,8
Brères	867,6	234,8
Byans-sur-Doubs	867,0	241,1
Cessey	871,4	240,3
Champ Bregon	873,5	242,3
Champ du Roi	870,2	241,2
Champs Girard	873,7	243,4
Champs Parottes	869,6	242,8
Champs Parroux	874,6	237,3
Chandelottes (les)	869,5	243,4
Charnay	874,5	242,7
Chateau d'eau de Byans-sur-Doubs	867,2	240,5
Chateau Fort (Ruines)	874,4	245,0
Chau (La)	867,2	237,6
Chenecey-Buillon	874,6	244,1
Chouzelot	869,6	240,2
Combe Belin	874,2	236,7
Combe des Louvets	873,5	242,8
Combes l'Eveuses	875,8	246,1
Confluent Loue-Lison	877,2	236,7
Courcelles	874,6	239,1
Croix de Montgardot	870,5	242,6
Croix de Vorges	871,3	243,6
Echenayes (les)	872,8	240,2
Entre Deux Bois	872,0	244,6
Essarts (les)	866,6	239,9
Essarts-Lambert (Grange des)	872,7	240,6
Famine (la)	871,1	238,8
Fassure Bois (la)	865,4	237,5
Ferme de Buillon	875,6	240,7
Ferme de la Fougère	875,7	240,0
Ferme de la Meule	875,8	239,0
Ferme de Montgardot	870,7	243,1
Ferme des Routes	870,8	239,5
Fontaine de Chandole	869,8	243,0
Forges de Chatillon	876,8	238,6
Fougeret	871,6	242,4
Fourg	863,5	239,0
Grand Bois (le) N. de Lombard	866,3	238,3
Grand Bois (le) W. de Boussières	868,0	245,0

	x	y
Grange de Battant	873,1	239,6
Grange de la Baraque (ruines)	873,5	241,0
Grange du Dauphine	872,1	242,4
Grange du Fourneau	872,7	242,7
Granges du Fourneau	872,8	242,3
Granges du Sapin	876,0	243,5
Granges Mathieu	875,6	244,7
Goux-sous-Landet	873,0	237,4
Gros-Bois (le)	871,6	243,3
Ile Oiron (L')	868,0	237,8
Lavans-Quingey	868,7	238,2
Lombard	867,0	236,8
Madelongue	870,4	241,8
Malpas	869,6	238,6
Méris (les)	873,1	236,7
Montgardot (Ferme de)	870,7	243,1
Moulin (le)	875,1	245,2
Moulin Caillet	871,9	245,4
Osselle	866,8	244,1
Palantine	873,7	238,4
Papeteries de Torpes	869,1	245,8
Pessans	869,3	236,1
Petite Chau (la)	866,7	237,4
Petit Narmont	875,0	246,2
Picotte (à la)	871,6	239,9
Pissevieille	870,4	244,0
Pointvillers	870,6	235,5
Quingey	869,2	239,8
Réservoir d'eau de Lombard	866,9	237,2
Roche Gauthier	874,7	245,6
Rôte en Vent	872,2	245,5
Rouhe	875,3	237,8
Saint-Renobert	869,6	239,0
Souillet (le)	873,2	241,8
Sur Barbe	875,4	245,6
Sur l'Arthe	870,5	236,8
Teige (la)	865,6	238,7
Touillon des Morts (le)	866,0	236,7
Touvières (les)	874,2	245,7
Vaivre (la)	869,2	242,1
Vieille-Grange (la)	874,2	244,1
Vorges-les-Pins	872,3	245,9

TABLE DES PLANCHES

----oOo-----

Plan de situation..... Planche I

Carte géologique au 1/25.000e..... Planches II à VIII

Coupes transversales sériées au 1/25.000e Planches IX à XI

Carte structurale..... Planche XII

Carte morphotectonique..... Planche XIII

Un dossier, déposé au Laboratoire de Géologie, de l'Institut des Sciences Naturelles de Besançon, où il peut être consulté, comprend en outre :

- un profil stratigraphique au 1/250e : planches 1 à 12
- une carte géologique au 1/25.000e (original) : planche 14
- une planche de coupes transversales sériées au 1/25.000e: planche 15
- une carte structurale au 1/25.000e : planche 16
- une carte morphotectonique au 1/25.000e : planche 17
- un tectonogramme schématique : planche 18
- des extraits d'un rapport concernant la chute de Vorges et destiné à l'E.D.F. (DREYFUSS M., SIRI J.B., 1961):
  - . une coupe de la future galerie au 1/2.000e : planche 19
  - . une coupe dans la zone prévue pour l'implantation de l'usine au 1/2.000e : planche 20
  - . les coupes des sondages : 1 - 235 - 237 - 242 - 248.

*

* *

TABLE DES MATIERES

-----oOo-----

INTRODUCTION..... 1

LIMITES DE LA ZONE CARTOGRAPHIEE..... 3

PREMIERE PARTIE : STRATIGRAPHIE..... 4

I - Dépots secondaires : Trias et Jurassique..... 5
- A - Trias supérieur..... 5
  - 1 - Keuper moyen..... 5
  - 2 - Keuper supérieur..... 6
- B - Jurassique inférieur..... 9
  - 1 - Rhétien et Hettangien..... 9
  - 2 - Sinémurien..... 12
  - 3 - Charmouthien..... 14
  - 4 - Toarcien..... 15
  - 5 - Aalénien..... 17
- C - Jurassique moyen..... 19
  - 1 - Bajocien inférieur..... 20
  - 2 - Bajocien supérieur..... 29
  - 3 - Bathonien..... 35
- D - Jurassique supérieur..... 41
  - 1 - Callovien..... 41
  - 2 - Oxfordien..... 44
  - 3 - Argovien-Rauracien..... 46
  - 4 - Séquanien..... 53
  - 5 - Kimméridgien..... 57

II - Formations superficielles..... 60
- A - Siderolithique..... 60
- B - Pliocène..... 61
- C - Argiles rouges et argiles à chailles..... 61
- D - Eboulis de pente..... 62
- E - Alluvions..... 62
- F - Tufs..... 64

III - Conclusions..... 65
- 1 - Les variations de faciès..... 65
- 2 - Les niveaux semblables..... 65
- 3 - Les grands ensembles lithologiques... 66
- 4 - Les principaux niveaux repères..... 67
- 5 - Les niveaux remarquables..... 67

DEUXIEME PARTIE : DESCRIPTION STRUCTURALE..... 69

I - Les plateaux..... 71
F 1 - F 2 - F 3

II - Le secteur plissé, faillé et chevauchant du faisceau bisontin..... 73

A - La zone plissée de Chenecey-Buillon..... 73
S 1 - A 1 - S 2 - A 2 - S 3

B - Le réseau de failles de Goux-sous-Landet... 76
F 4 - F 5 - F 6 - F 7 - F 8 - F 9

C - L'anticlinal du Landet : A 3..... 79

D - La faille de Cessey et ses accidents satellites..... 80
F 10 - F 11 - F 12 - F 13
F 14 : l'extrusion de la Picotte..... 81

E - La zone tabulaire de Lavans-Quingey..... 83
S 4
F 17 - F 18 - F 19 - F 20

F - La zone des anticlinaux chevauchants..... 86
1 - l'anticlinal de Vorges-les-Pins A 4... 86
2 - le synclinal de Chouzelot S 5..... 89
3 - le synclinal de Montgardot S 6..... 89
4 - l'anticlinal d'Abbans-dessus A 5..... 90
5 - la faille de Quingey F 22..... 92
6 - l'anticlinal de Byans-sur-Doubs A 6... 92
7 - le synclinal de la Fassure S 7..... 95
8 - l'anticlinal de la Teige A 7..... 96

G - La grande faille du Doubs F 28..... 96

III - Le compartiment chevauché..... 99
A - Le synclinal des Chandelottes S 8..... 99
B - Les accidents transversaux..... 99
C - L'anticlinal de la Citadelle..... 102

IV - Conclusions..... 104

TROISIEME PARTIE : EVOLUTION MORPHOTECTONIQUE..... 105

I - Le Jura pendant le Tertiaire..... 105

II - Evolution morphotectonique de la région de Quingey..... 105 bis

III - Evolution de quelques unités tectoniques remarquables..... 108
A - l'extrusion de la Picotte..... 108
B - La faille de Chouzelot..... 109
C - le secteur de la faille chevauchante du Doubs.. 110
D - les plis de Chenecey-Buillon..... 111

IV - La phase pontienne..... 112
V - Conclusions..... 114

CONCLUSIONS GENERALES..... 115

BIBLIOGRAPHIE..... 116

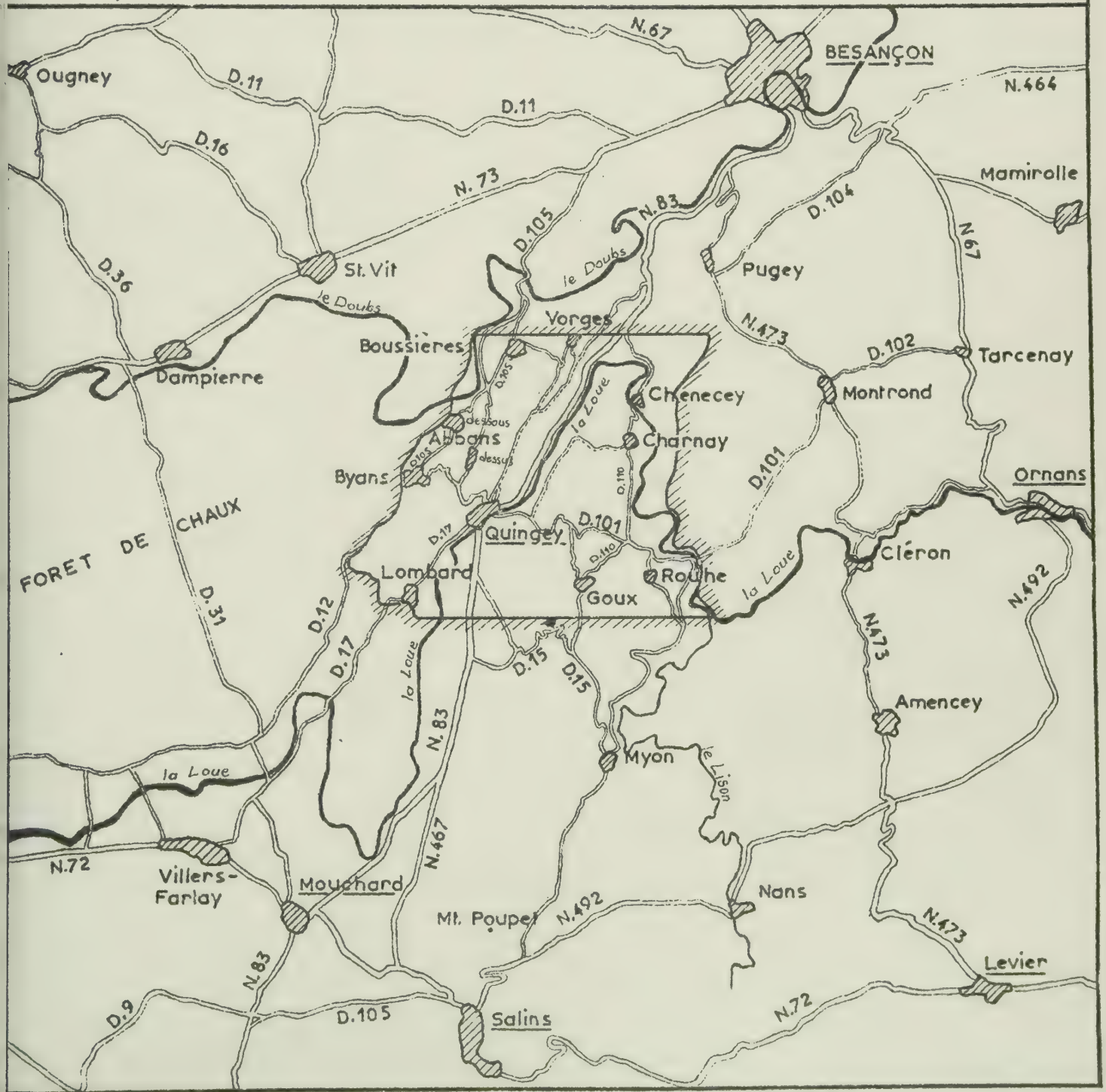
INDEX DES LIEUX CITES (Coordonnées Lambert)..... 126

TABLE DES PLANCHES..... 128

RÉGION DE QUINGEY (DOUBS)

PLAN DE SITUATION

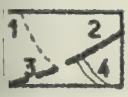
Échelle: 1/200 000



REGION DE QUINGEY (DOUBS)

CARTE GEOLOGIQUE

LEGENDE



1 contour géologique
2 faille visible
3 faille masquée
4 couche laminée

↗20 pendage (valeur en degrés)

couches verticales

\+ couches horizontales

↯60 couches renversées (valeur du pendage en degrés)

gite fossilifère

carrière

gouffre

sondage

glissement

Fz Alluvions actuelles

Fy Terrasse de la Loue

Fx Terrasse ancienne du Doubs

E Eboulis

Eg Groise

U Tuf

R Formations résiduelles

P Pliocène

ε3 Sidérolithique

J_8 Kimméridgien

J_7 Séquanien

J_6 Rauracien

J_5 Argovien

J_4 Oxfordien

J_3 Callovien

J_2 Bathonien

J_{1b} Bajocien sup. (Ch[illegible]he)

J_{1a} Bajocien inférieur

l_6 Aalénien

l_{54} Lias — Toarcien, Charmouthien

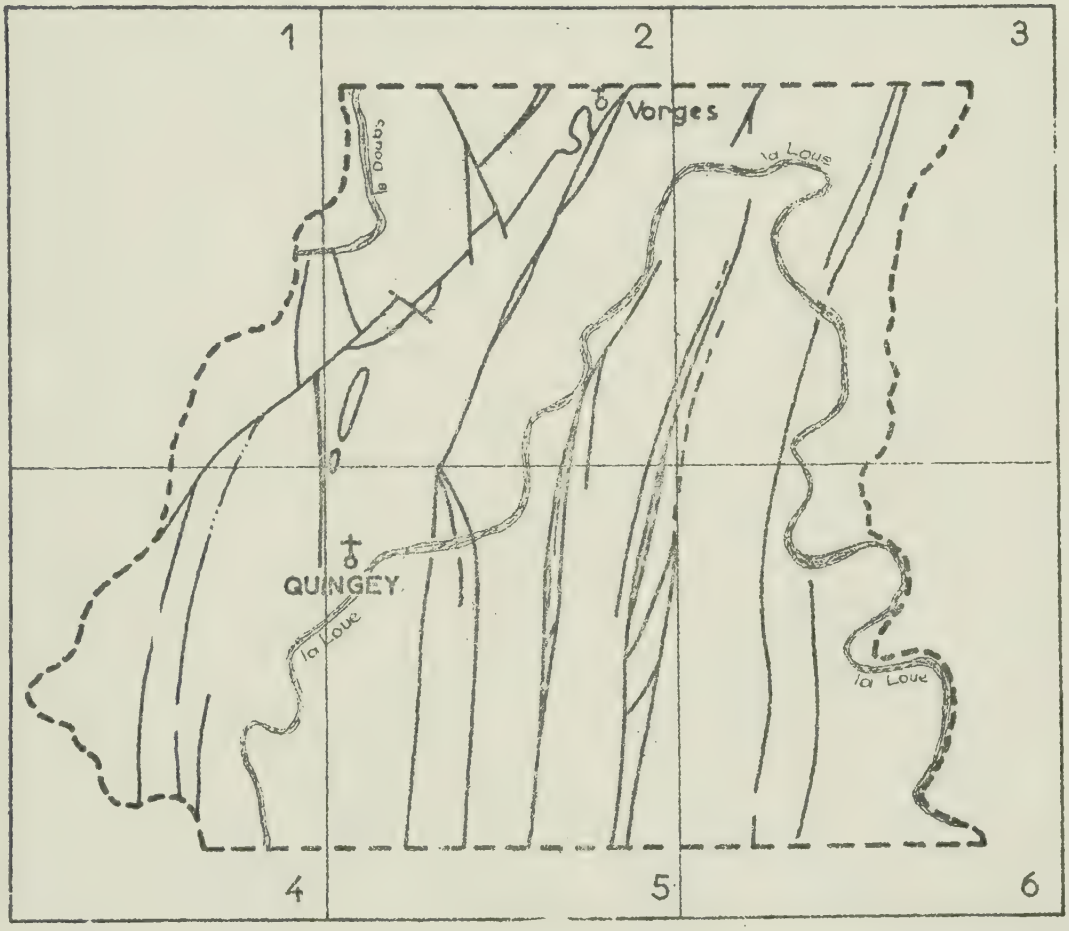
l_{31} Sinémurien, Hettangien, Réthien

t_9 Keuper supérieur

t_8 Keuper moyen (Calcaire [illegible])

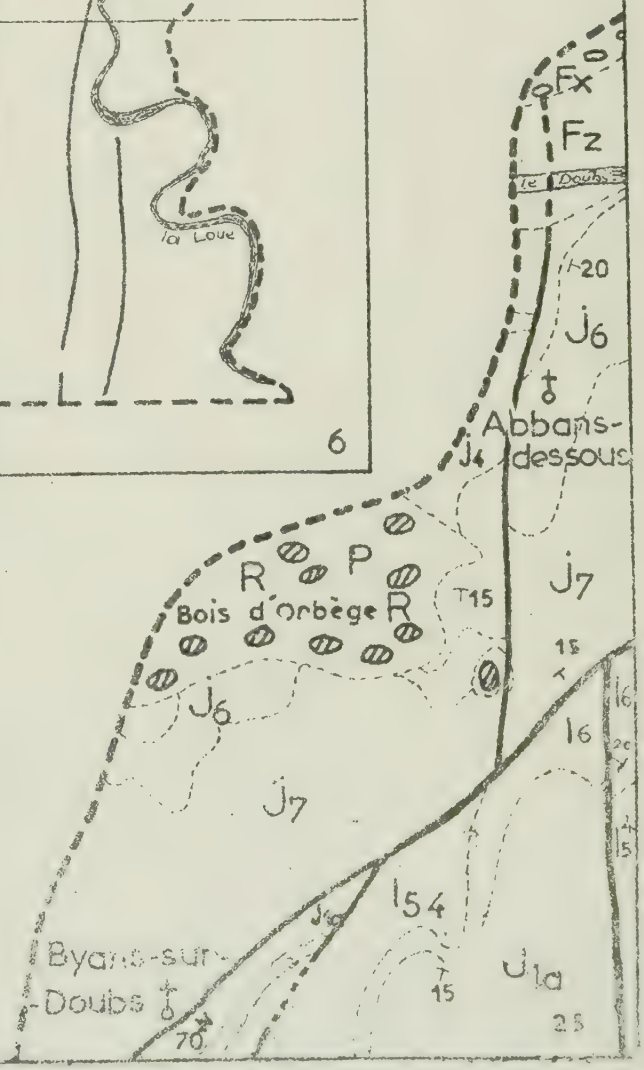
REGION DE QUINGEY (DOUBS)

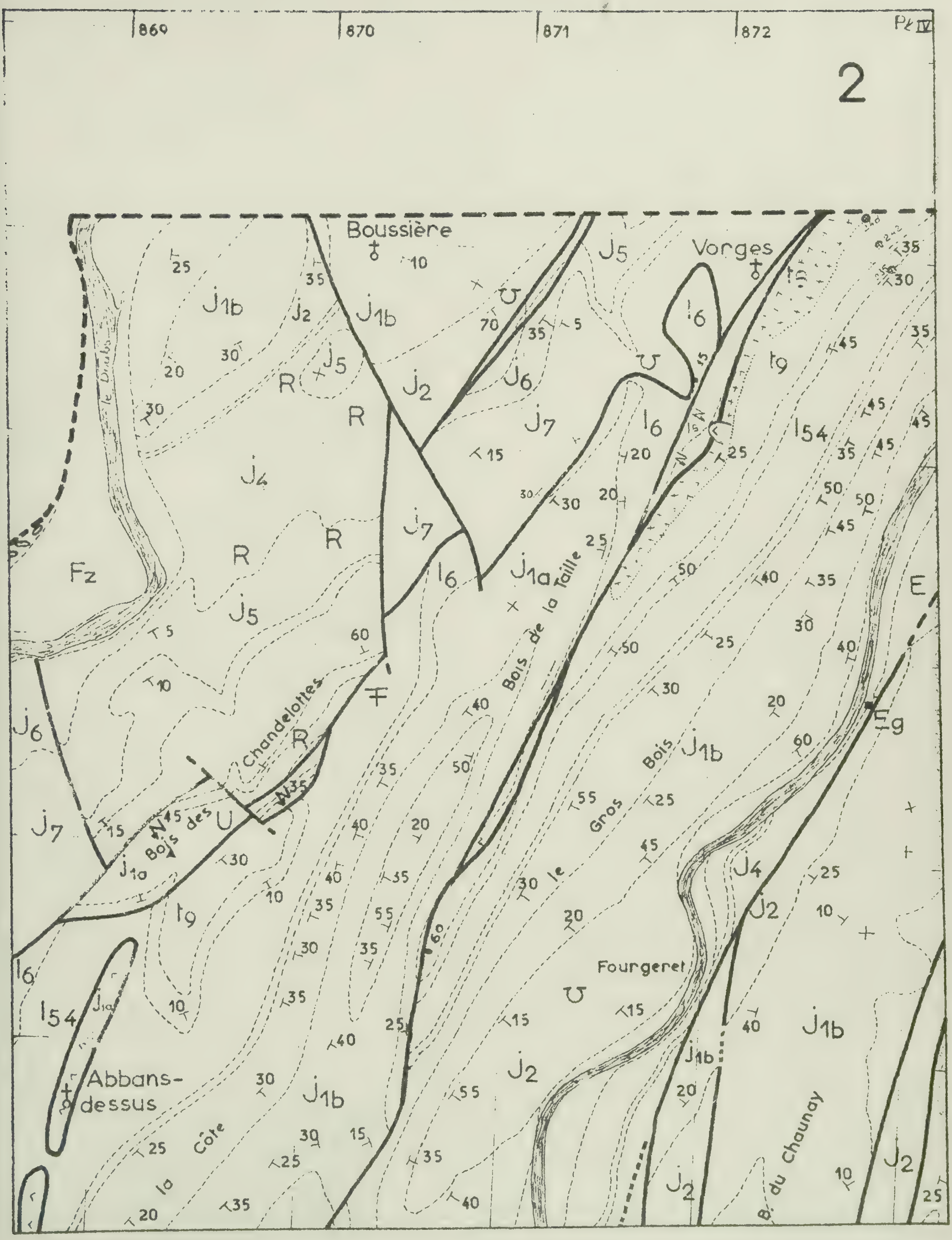
Carte géologique

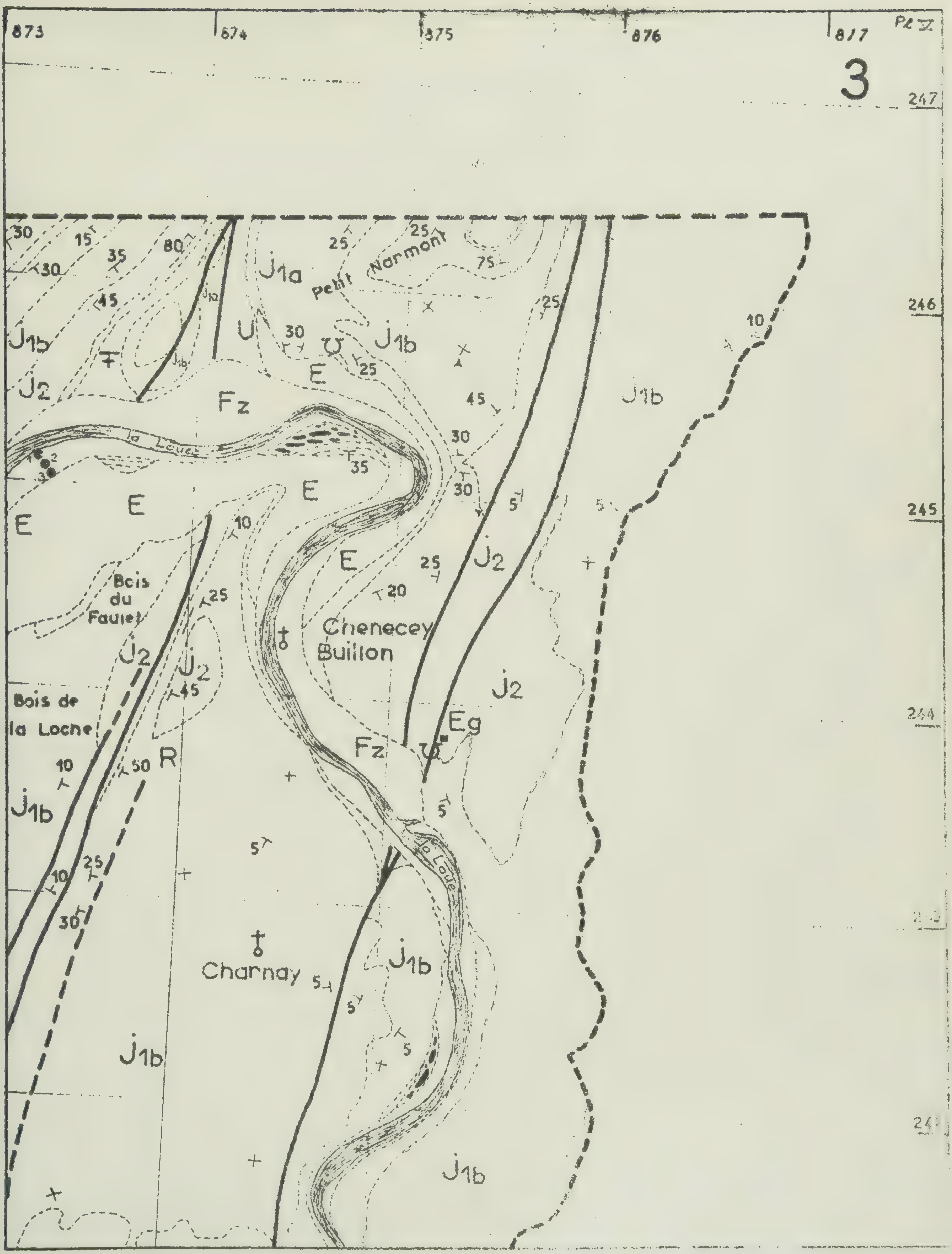


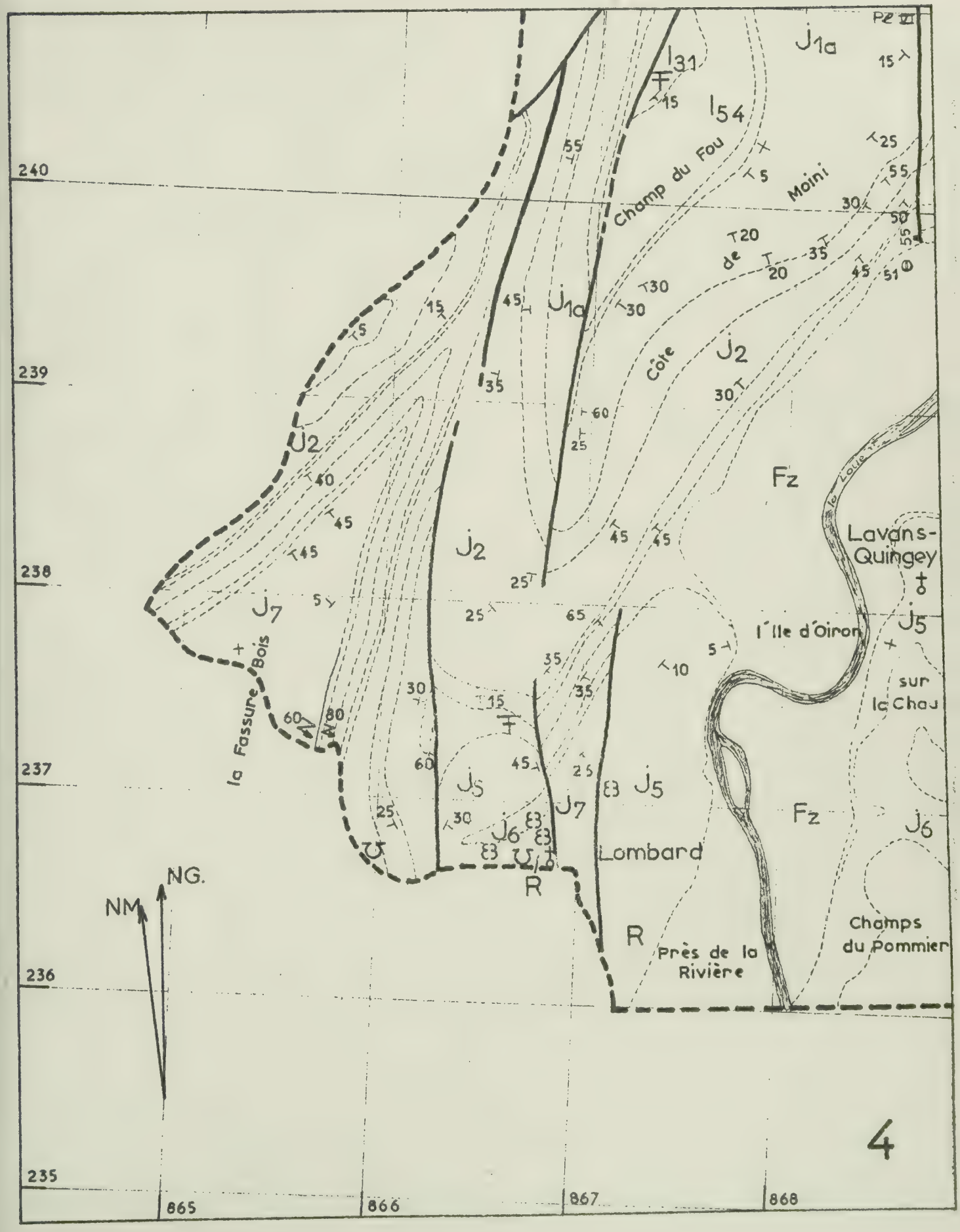
Feuilles: Quingey nº 1-2 et 3-4

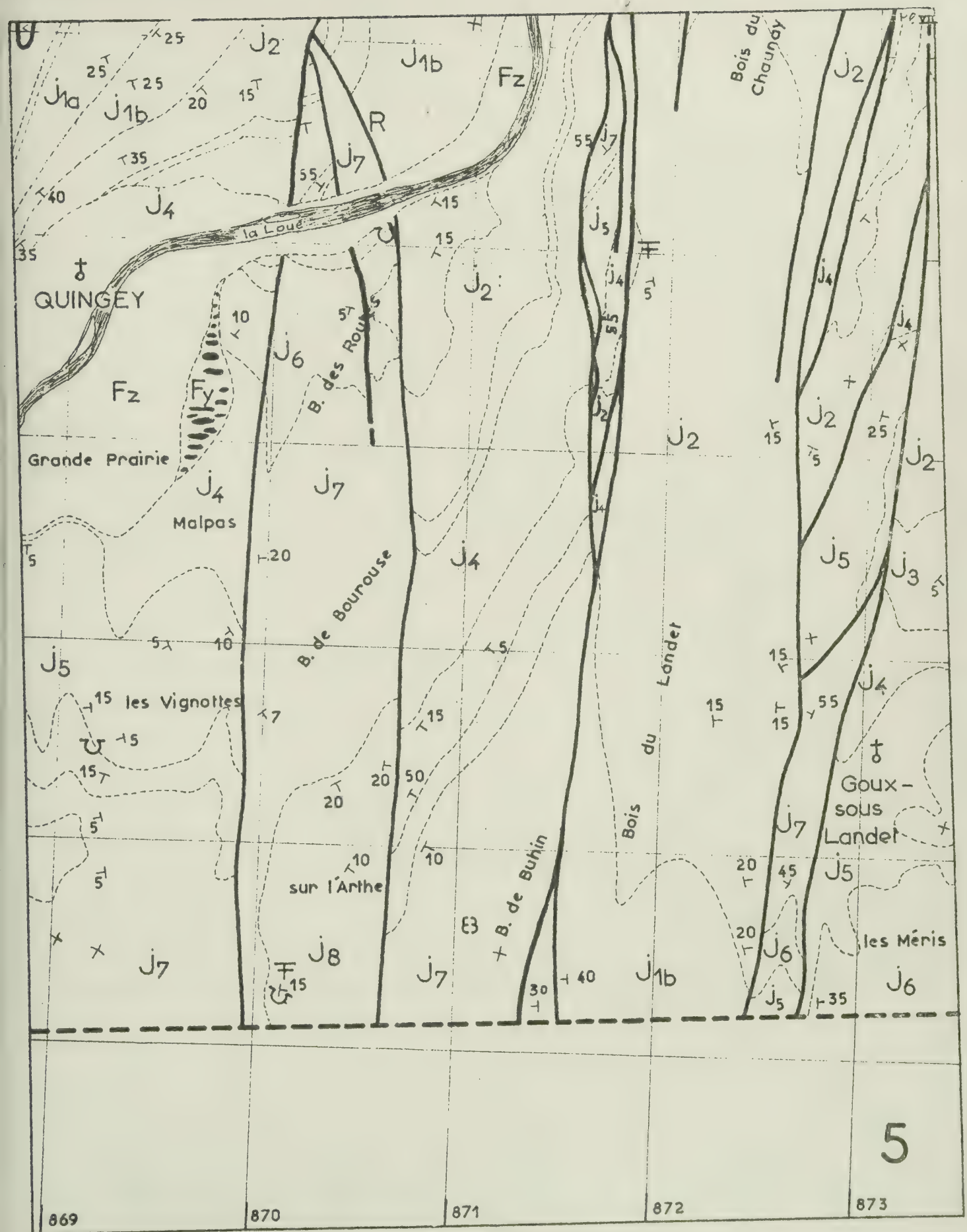
Echelle: 1/25 000

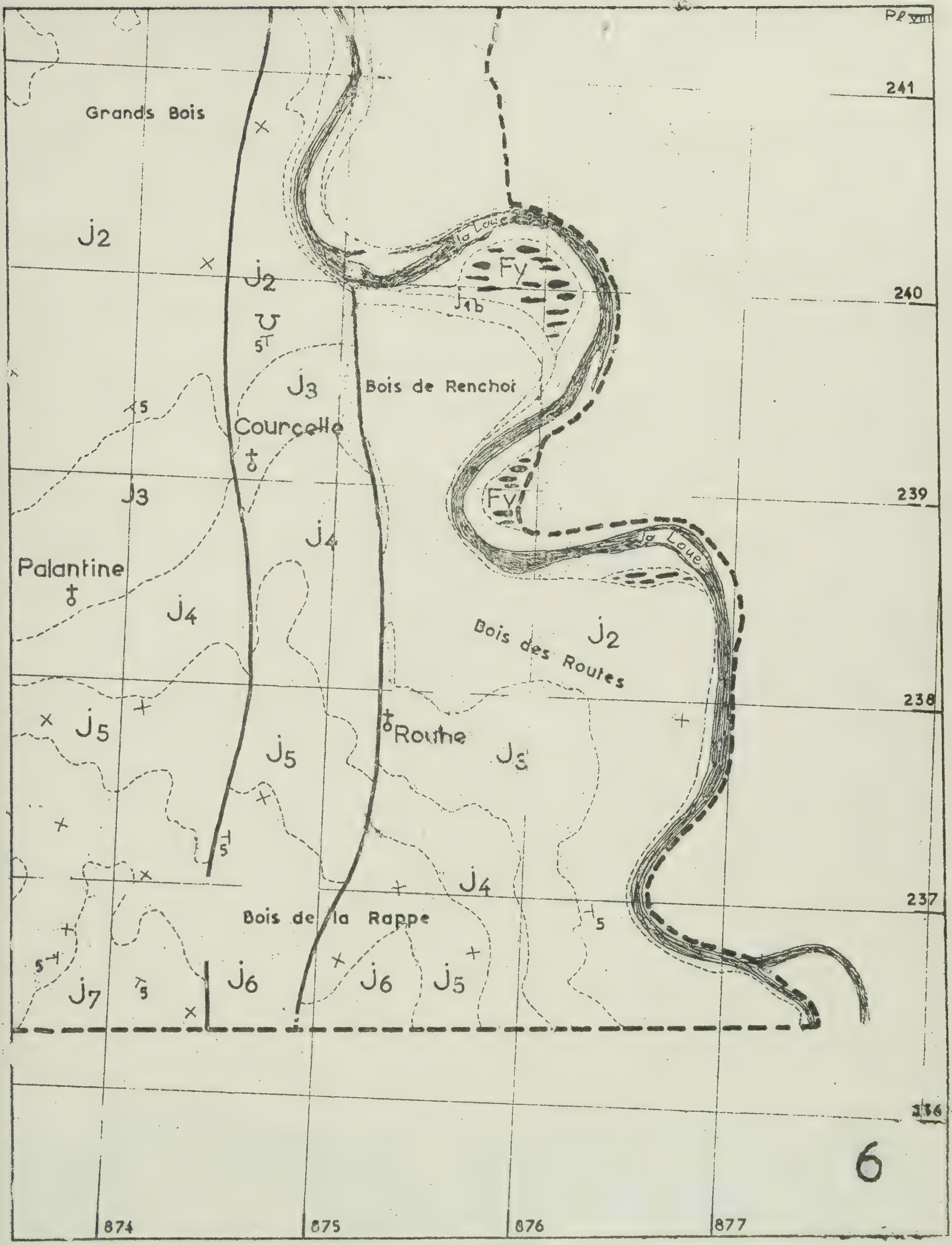



Pl IV
2
869
870
871
872
Boussière
Vorges
le Doubs
Bois de la Taille
Chandelottes
Bois des U
Bois le Gros
Fougeret
Abbans-dessus
la Côte
B. du Chaunay
Fz
R
E
Eg

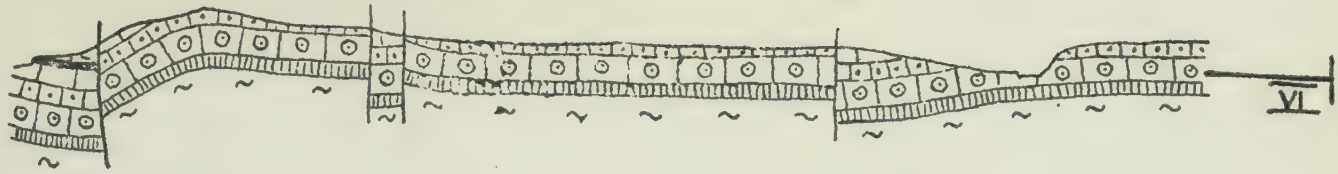

Pl V
3
873
874
875
876
877
247
246
245
244
Petit Narmont
J1a
J1b
J2
U
E
Fz
la Loue
Bois du Fauiet
Chenecey Buillon
Bois de la Loche
R
Eg
Charnay
30
15
35
80
45
25
75
10
50
20
5


240
239
238
237
236
235
865
866
867
868
J1a
l31
l54
Champ du Fou
Moini
de
Côte
J2
Fz
Lavans-Quingey
l'Ile d'Oiron
sur la Chau
J5
J7
J6
Lombard
Près de la Rivière
Champs du Pommier
la Fassure Bois
la Loue
R
NG.
NM
4

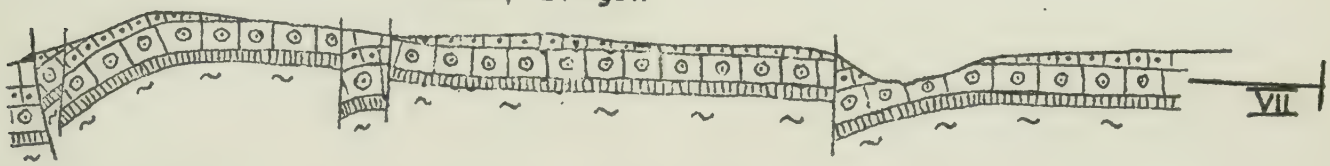

QUINGEY
la Loue
Grande Prairie
Malpas
les Vignottes
sur l'Arthe
Goux-sous Landet
les Méris
B. des Roux
B. de Bourouse
B. de Buhin
Bois du Landet
Bois du Chaunay
Fz
Fy
R
869
870
871
872
873
5


Pl VIII
241
Grands Bois
j2
j2
240
j1b
Fy
la Loue
5
j3
Bois de Renchot
5
Courcelle
239
j3
Fy
j4
la Loue
Palantine
j4
Bois des Routes
j2
238
j5
Routhe
j5
j3
5
j4
237
Bois de la Rappe
5
5
j7
5
j6
j6
j5
236
6
874
875
876
877

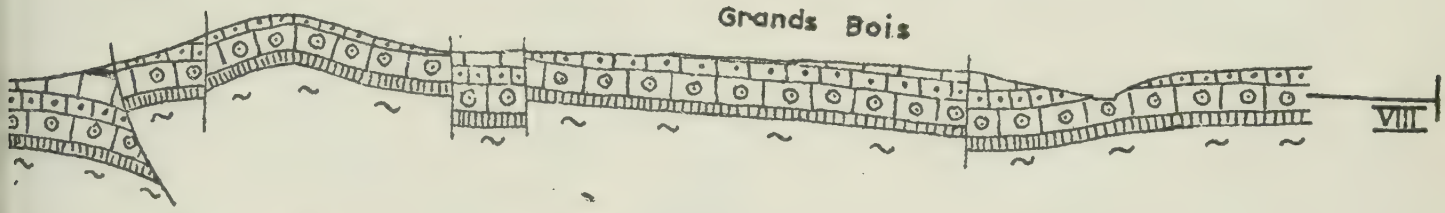
Combe des louvets



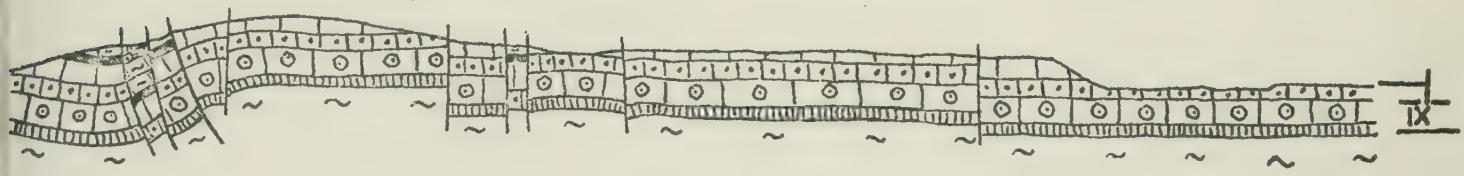
Champ Bregon



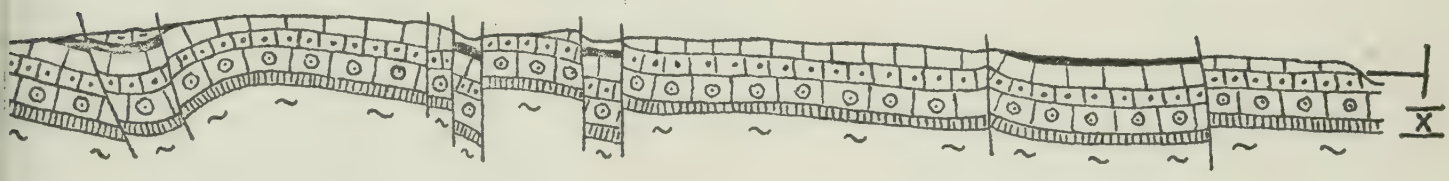
Grands Bois



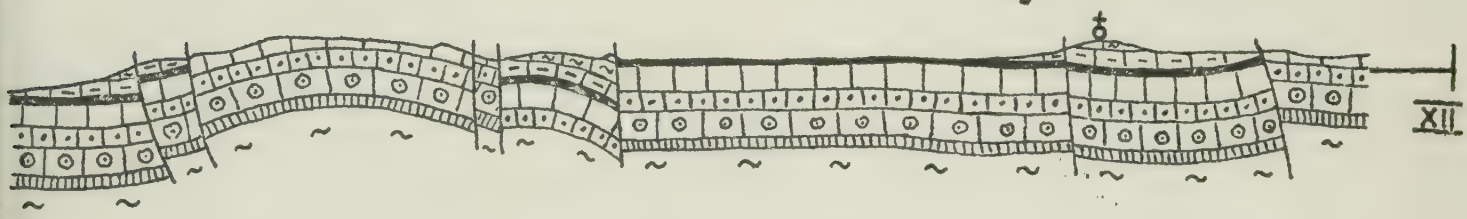
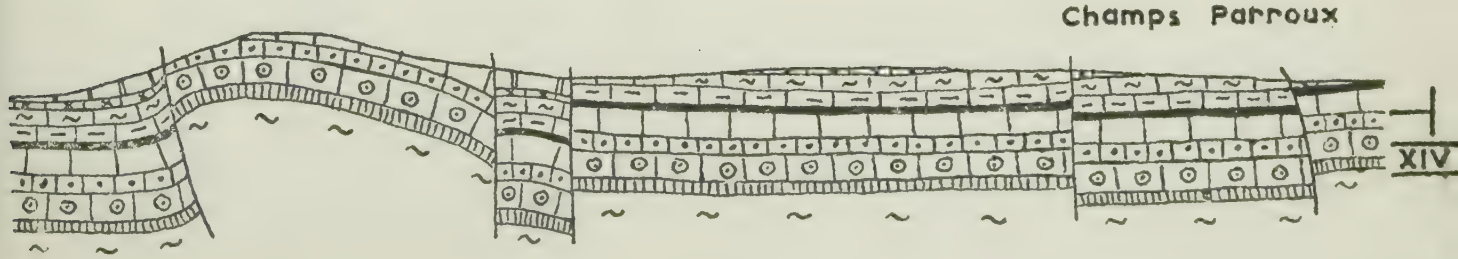
Bois de Chaunay



les Echenayes



Eglise de Mont



Champs Parroux